



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de
Arquitectura y Urbanismo

**CARACTERIZACIÓN DEL PATRIMONIO EDIFICADO IRREGULAR
DE BAJA ALTURA DEL CENTRO HISTÓRICO DE CUENCA,
ORIENTADO A ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA**

Trabajo de titulación previo a la
obtención de título de Arquitecto/a

• AUTORES •

ERIKA GABRIELA CORNEJO PINTADO
JHON MAURICIO ZÚÑIGA SACA

• DIRECTOR •

ING. HERNÁN ALFREDO GARCÍA ERAZO

CUENCA - ECUADOR
2020



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Carrera de Arquitectura

**CARACTERIZACIÓN DEL PATRIMONIO EDIFICADO IRREGULAR
DE BAJA ALTURA DEL CENTRO HISTÓRICO DE CUENCA, ORIENTADO A ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Arquitecto/a

Autores:

Erika Gabriela Cornejo Pintado

CI: 0105721278

erikis.cp-174@hotmail.com

Jhon Mauricio Zúñiga Saca

CI: 0105956668

chong_1994@hotmail.es

Director:

Ing. Hernán Alfredo García Erazo

CI: 0102116654

Cuenca, Ecuador

08 de Enero del 2020



RESUMEN

El centro histórico de Cuenca declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en 1999, posee edificaciones con diferentes características tipológicas, características que se conservan desde su creación o han sufrido cambios al adaptarse a la época, debido a la aparición de nuevos materiales o al cambio de uso de la edificación; sin embargo fuentes de información como la base de Datos de Catastro de la Ciudad de Cuenca determinan para el CHC tres tipologías representativas dentro de las zonas 0102, 0202 y 0203, las cuales son edificaciones de: Mampostería no reforzada, Vigas de atado perimetral y Marco confinado.

Por otra parte, el CHC representa una zona con alta amenaza sísmica constatado en el proyecto P-BID 400: Amenaza sísmica en el Austro, vulnerabilidad y riesgo sísmico en la Ciudad de Cuenca por la Red sísmica del Austro; bajo este contexto se pretende realizar un registro de edificaciones desde el punto de vista arquitectónico, así como sus principales características en base a su variabilidad geométrica y mecánica. La determinación de estas características se realiza sobre las 3 tipologías mencionadas anteriormente, en donde las edificaciones son de dos pisos de altura y poseen irregularidad en cuanto a su distribución de paredes.

Además se utilizará un software que permita mediante un modelo matemático y con la aplicación de un análisis modal, determinar el comportamiento sísmico de dos de las tipologías más representativas. De esta manera se determinará si las tipologías seleccionadas cumplen o no con las características de viviendas sismo resistentes.

Palabras claves:

Centro histórico. Comportamiento sísmico. Irregularidad. Análisis modal. Variabilidad geométrica y mecánica.

ABSTRACT

The historic center of Cuenca (CHC) declared as Cultural Heritage of Humanity by UNESCO in 1999, has buildings with different typological characteristics, characteristics that have been preserved since its creation or have undergone changes when adapting to new time periods, the appearance of new materials or the change of use of the building; however, sources of information such as the Cadastre Database of the City of Cuenca have determined three representative typologies within the 0102, 0202 and 0203 zones in the CHC, which are: unreinforced masonry, perimeter tie beams and confined masonry.

Moreover, the CHC has been recognized as a high seismic hazard zone by the P-IDB 400 project: Seismic threat in the Austro, vulnerability and seismic risk in the City of Cuenca by the Austro seismic network; that is why under this context this study aims is to make building records from the architectural point of view, as well as their main characteristics based on their geometric and mechanical variability; the determination of these characteristics is carried out on the 3 typologies mentioned above, for which the buildings are two stories high and show irregularity in terms of their wall distribution.

In addition, a special software was used to help determine the seismic behavior of the two most representative typologies through a mathematical model and the application of a modal analysis. In this way, it will be determined whether or not the selected typologies meet the standards for earthquake resistant buildings.

Keywords:

Historical center. Seismic behavior. Irregularity. Modal analysis. Geometric and mechanical variability.

ÍNDICE

RESUMEN / ABSTRACT

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

INTRODUCCIÓN

HIPÓTESIS

OBJETIVOS

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

Introducción

1.1 Del Centro Histórico de Cuenca	
1.1.1 El patrimonio Edificado.....	7
1.1.2 El patrimonio Edificado en el Centro Histórico de Cuenca.....	8
1.1.3 La irregularidad desde la forma, organización y distribución en planta de las viviendas en el centro histórico.....	10
1.2 Vulnerabilidad Sísmica	
1.2.1 Riesgos sísmicos.....	11
1.2.2 Vulnerabilidad sísmica del país.....	12
1.2.3 Vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Cuenca.....	14
1.3 Estado del Arte	
1.3.1 La casa original del ensanche de Barcelona (1860-1864).....	15
1.3.2 Formularios de encuestas de construcción para las zonas urbanas heterogéneas en zonas sísmicamente peligrosas. Aplicación al centro histórico de Valparaíso, Chile.....	17
1.3.3 Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de Cuenca mediante técnicas de simulación.....	21

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

Introducción

2.1 Criterios de Análisis	
2.2 Área de Estudio	
2.2.1 Delimitación del área de Estudio.....	29
2.2.2 Aspectos característicos de la zona.....	30
2.3 Ficha de Caracterización	
2.3.1 Elaboración de la ficha.....	33
2.3.2 Estructura de la ficha.....	33
2.3.3 Instructivo para la ficha de caracterización.....	35
2.4 Recopilación de Información.....	41
2.5 Procesamiento de la información.....	43
2.6 Formulación de datos.....	43
2.7 Modelización de las estructuras	
2.7.1 Análisis del modelo matemático: Elementos Finitos.....	44
2.8 Resultados finales	

CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN Y APLICACIÓN

Introducción

3.1 Características generales del área de estudio	
3.1.1 Información general.....	50

3.1.2 Características tipológicas.....	53
3.1.3 Características arquitectónicas.....	55
3.1.4 Pisos y Cubiertas.....	63

3.2 Características de las tipologías del CHC.

3.2.1 Variables geométricas.....	66
3.2.2 Variables arquitectónicas.....	71
3.2.3 Variables mecánicas.....	79

3.3 Casos de estudios

3.3.1 Proceso de selección y análisis.....	92
3.3.2 Análisis de edificaciones que cumplen los criterios.....	92

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO SÍSMICO

Introducción

4.1 Idealización de las edificaciones

4.1.1 Idealización de la edificación de Mampostería no reforzada MNR.....	118
4.1.2 Idealización de la edificación de Vigas de atado perimetral VAP.....	119

4.2 Modelado

4.3 Exportación del modelo y asignación de cargas

4.3.1 Exportaciones de Nodos.....	122
4.3.2 Exportación de elementos.....	122
4.3.3 Asignación de cargas.....	122
4.3.3.1 Sistema de entepiso.....	122
4.3.3.2 Sistema de cubierta.....	123
4.3.3.3 Paredes.....	123
4.3.4 Características mecánicas de los materiales.....	130

4.4 Condiciones de Borde.....

4.5 Aplicación del método de elementos finitos.....

4.6 Resultados

4.6.1 Caso de estudio 1. MNR.....	135
4.6.2 Caso de estudio 2. VAP.....	142
4.6.3 Comparación entre los dos casos de estudios.....	149

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....

5.2 Recomendaciones.....

BIBLIOGRAFÍA.....

ANEXOS

A1. Registro de terremoto.....	171
A2. Formulario de Valparaíso.....	172
A3. Características arquitectónicas.....	174
A4. Variables geométricas.....	179
A5. Variables arquitectónicas.....	181
A6. Variables Mecánicas.....	187
A7. Fichas de caracterización.....	188



ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Centro Histórico de Cuenca.....	7
Figura 2. Sitio arqueológico Pumapungo.....	7
Figura 3. Vivienda republicana restaurada en el CH.....	8
Figura 4. Edificación de Mampostería no reforzada del Centro Histórico de Cuenca.....	9
Figura 5. Edificación de Vigas de atado perimetral del Centro Histórico de Cuenca.....	9
Figura 6. Edificación de Marco confinado del Centro Histórico de Cuenca.....	9
Figura 7. Planta baja de vivienda del centro histórico de Cuenca: Estado Inicial y Estado posterior.....	10
Figura 8. Antes y Después de algunas edificaciones del Centro Histórico de Cuenca.....	10
Figura 9. Estudios de vulnerabilidad sísmica en casa de adobe, prueba de colapso.....	11
Figura 10. Mapa para diseño sísmico.....	12
Figura 11. Muestra la agrupación de casas por categorías conjuntas, en donde predomina la vivienda plurifamiliar en banda.....	16
Figura 12. Medidas de un perfil dimensional de la casa.....	16
Figura 13. Formulario de encuesta.....	18
Figura 14. Fichas técnicas propuestas por el grupo de investigación de Valparaíso, en donde se toman los criterios principales para elaborar la ficha del trabajo de investigación.....	19
Figura 15. Cartografía SIG de las tipologías estructurales.....	20
Figura 16. Edificios irregularidad y fachadas de edificios a lo largo de la calle Urriola.....	20
Figura 17. Tipologías estructurales generales en la ciudad de Cuenca.....	21
Figura 18. Distribución porcentual por número de pisos de las edificaciones de la ciudad de Cuenca.....	21
Figura 19. Resumen de calificaciones de los ítems de vulnerabilidad del Estudios de Vulnerabilidad de las Edificaciones de MNR, Cuenca, Ecuador.....	22
Figura 20. Resultados de grados de vulnerabilidad para las edificaciones de MNR, Cuenca.....	22

CAPÍTULO 2

Figura 21. Centro Histórico de Cuenca con sus límites y áreas.....	28
Figura 22. Mapa de sectores a estudiar dentro del área de estudio.....	29
Figura 23. Mapa de altura de pisos del área de estudio.....	31
Figura 24. Mapa de vulnerabilidad sísmica del área de estudio.....	32
Figura 25. Tipologías de edificaciones de MNR en el CHC.....	33
Figura 26. Cuadro de áreas de paredes de adobe y ladrillo.....	33
Figura 27. Parámetros de estudio a nivel de tipología.....	34
Figura 28. Instructivo para fichas de registro e inventario.....	34
Figura 29. Ubicación de la edificación de MNR.....	35
Figura 30. Fachada frontal de la edificación Borrero.....	35
Figura 31. Muestra de adobe.....	36
Figura 32. Bloque de adobe.....	36
Figura 33. Ubicación de la edificación de VAP.....	37
Figura 34. Forma de planta regulares.....	37
Figura 35. Fachada frontal de la vivienda de MNR.....	38
Figura 36. Puerta de balcón de MNR.....	38
Figura 37. Ventana superior de la edificación de MNR.....	39
Figura 38. Piso de madera.....	40
Figura 39. Cubierta de teja.....	40
Figura 40. Plataforma TIPVP en donde se mostraba el predio.....	41
Figura 41. Plataforma TIPVP donde se encontraba diferente información como planos, pdf, CAD.....	41
Figura 42. Listado de archivos en plataforma TIPVP.....	41
Figura 43. Ficha descriptiva de las características arquitectónicas de las viviendas patrimoniales.....	42

Figura 44. Registro de edificaciones con su respectiva información tabulada en Microsoft ACCES.....	43
Figura 45. Ejemplo de análisis en donde se determina el valor medio, promedio y su desviación estándar.....	43
Figura 46. Modelado de la edificación de MNR en plano 2D y 3D.....	44
Figura 47. Modelización y determinación de resultados mediante la aplicación de la herramienta Stabil.....	44

CAPÍTULO 3

Figura 48. Año de construcción en viviendas de MNR.....	50
Figura 49. Año de construcción en viviendas de VAP.....	50
Figura 50. Año de construcción en viviendas de MC.....	50
Figura 51. Año de intervención en viviendas de MNR.....	50
Figura 52. Año de intervención en viviendas de VAP.....	50
Figura 53. Año de intervención en viviendas de MC.....	50
Figura 54. Valoración arquitectónica en viviendas de MNR.....	51
Figura 55. Valoración arquitectónica en viviendas de VAP.....	51
Figura 56. Valoración arquitectónica en viviendas de MC.....	51
Figura 57. Detalle de uso en viviendas de MNR.....	51
Figura 58. Detalle de uso en viviendas de VAP.....	51
Figura 59. Detalle de uso en viviendas de MC.....	51
Figura 60. Distribución normal de Área en MNR.....	52
Figura 61. Distribución normal Área en VAP.....	52
Figura 62. Distribución normal Área en MC.....	52
Figura 63. Tipo de intervención en MNR.....	52
Figura 64. Tipo de intervención en VAP.....	52
Figura 65. Tipo de intervención en MC.....	52
Figura 66. Estilo arquitectónico en viviendas de MNR.....	53
Figura 67. Estilo arquitectónico en viviendas de VAP.....	53
Figura 68. Estilo arquitectónico en viviendas de MC.....	53
Figura 69. Estilo de construcción en viviendas de MNR.....	53
Figura 70. Estilo de construcción en viviendas de VAP.....	53
Figura 71. Estilo de construcción en viviendas de MC.....	53
Figura 72. Tipologías de edificaciones en el área de estudio.....	54
Figura 73. Clasificación de viviendas de MNR por su área.....	54
Figura 74. Clasificación de viviendas de VAP por su área.....	54
Figura 75. Clasificación de viviendas de MC por su área.....	54
Figura 76. Forma de las plantas regulares.....	55
Figura 77. Forma de las plantas irregulares.....	55
Figura 78. Clasificación de las plantas general.....	55
Figura 79. Clasificación de las plantas regulares.....	55
Figura 80. Clasificación de las plantas irregulares.....	55
Figura 81. Clasificación de las tipologías de las plantas irregulares.....	55
Figura 82. Distribución normal de longitud de frente de MNR.....	56
Figura 83. Distribución normal de longitud de frente de VAP.....	56
Figura 84. Distribución normal de longitud de frente de MC.....	56
Figura 85. Distribución normal de longitud de fondo de MNR.....	56
Figura 86. Distribución normal de longitud de fondo de VA.....	56
Figura 87. Distribución normal de longitud de fondo de MC.....	56
Figura 88. Edificaciones relativo a la manzana en banda y chaflán.....	57
Figura 89. Edificaciones relativo a la parcela.....	57



Figura 90. Número de edificaciones relativo a la manzana.....	57	Figura 141. Altura planta baja en MNR pequeña.....	69
Figura 91. Ubicación de comercio en planta baja.....	58	Figura 142. Altura planta baja en MNR mediana.....	69
Figura 92. Ubicación de zona residencial en planta baja	58	Figura 143. Altura planta baja en MNR grande.....	69
Figura 93. Ubicación de oficinas en planta baja	58	Figura 144. Altura planta baja en VAP grande.....	69
Figura 94. Ubicación de comercio en planta alta	58	Figura 145. Altura planta baja en MC pequeña.....	69
Figura 95. Ubicación de zona residencial en planta alta	58	Figura 146. Altura planta alta en MNR pequeña.....	70
Figura 96. Ubicación de oficinas en planta alta	58	Figura 147. Altura planta alta en MNR mediana.....	70
Figura 97. Esquemas de plantas donde se indica alineación y continuidad horizontal y vertical.....	59	Figura 148. Altura planta alta en MNR grande.....	70
Figura 98. Esquema de plantas alineadas y continuas.....	59	Figura 149. Altura planta alta en VAP grande.....	70
Figura 99. Alineación y continuidad en viviendas de MNR	60	Figura 150. Altura planta alta en MC pequeña.....	70
Figura 100. Alineación y continuidad en viviendas de VAP	60	Figura 151. Clasificación por la forma MNR	71
Figura 101. Alineación y continuidad en viviendas de MC.....	60	Figura 152. Clasificación por la forma VAP.....	71
Figura 102. Alineación y continuidad en PB, viviendas de MNR.....	60	Figura 153. Clasificación por la forma MC.....	71
Figura 103. Alineación y continuidad en PB, viviendas de VAP.....	60	Figura 154. Clasificación por la distribución de paredes MNR	71
Figura 104. Alineación y continuidad en PB, viviendas de MC.....	60	Figura 155. Clasificación por la distribución de paredes VAP.....	71
Figura 105. Alineación y continuidad en PA, viviendas de MNR	60	Figura 156. Clasificación por la distribución de paredes MC.....	71
Figura 106. Alineación y continuidad en PA, viviendas de VAP	60	Figura 157. Valores de formas de planta para MNR.....	72
Figura 107. Alineación y continuidad en PA, viviendas de MC.....	60	Figura 158. Valores de formas de planta para VAP	72
Figura 108. Códigos de alineación en fachadas.....	61	Figura 159. Valores de formas de planta para MC.....	72
Figura 109. Código de alineación de MNR.	61	Figura 160. Patrones de distribución de paredes.....	72
Figura 110. Código de alineación de VAP.....	61	Figura 161. Porcentaje de patrones de planta en MNR pequeño	73
Figura 111. Código de alineación de MC.....	61	Figura 162. Porcentaje de patrones de planta en MNR mediano.....	73
Figura 112. Número de puertas totales en planta baja	62	Figura 163. Porcentaje de patrones de planta en MNR grande.....	73
Figura 113. Número de ventanas totales en planta baja	62	Figura 164. Porcentaje de patrones de planta en VAP pequeño	73
Figura 114. Número de vanos totales en planta baja	62	Figura 165. Porcentaje de patrones de planta en VAP mediano	73
Figura 115. Número de puertas totales en planta alta	62	Figura 166. Porcentaje de patrones de planta en VAP grande.....	73
Figura 116. Número de ventanas totales en planta alta	62	Figura 167. Porcentaje de patrones de planta en MC pequeño	73
Figura 117. Número de vanos totales en planta alta	62	Figura 168. Porcentaje de patrones de planta en MC mediano.....	73
Figura 118. Clasificación de cubierta por la tipología.	63	Figura 169. Porcentaje de patrones de planta en MC grande.....	73
Figura 119. Clasificación de cubierta por el material	63	Figura 170. Clasificación de cubierta por el material de MNR.....	74
Figura 120. Clasificación de cubierta por el material de cercha.	63	Figura 171. Ubicación de accesos en MNR	75
Figura 121. Clasificación de cubierta por el número de aguas.	63	Figura 172. Ubicación de accesos en VAP.....	75
Figura 122. Cantidad de elementos no estructurales de MNR.....	64	Figura 173. Ubicación de accesos en MC.....	75
Figura 123. Cantidad de elementos no estructurales de VAP	64	Figura 174. Ubicación de escaleras en MNR	75
Figura 124. Cantidad de elementos no estructurales de MC.....	64	Figura 175. Ubicación de escaleras en VAP.....	75
Figura 125. Rangos de área para MNR pequeño	66	Figura 176. Ubicación de escaleras en MC.....	75
Figura 126. Rangos de área para MNR mediano.....	66	Figura 177. Ubicación de patios en MNR	76
Figura 127. Rangos de área para MNR grande.....	66	Figura 178. Ubicación de patios en VAP.....	76
Figura 128. Rangos de área para VAP grande.....	66	Figura 179. Ubicación de patios en MC.....	76
Figura 129. Rangos de área para MC pequeño.....	66	Figura 180. Ubicación de crujiás en MNR	76
Figura 130. Relación de aspecto en MNR pequeña.....	67	Figura 181. Ubicación de crujiás en VAP.....	76
Figura 131. Relación de aspecto en MNR mediana.....	67	Figura 182. Ubicación de crujiás en MC.....	76
Figura 132. Relación de aspecto en MNR grande.....	67	Figura 183. Patrones de aberturas en fachadas.....	77
Figura 133. Relación de aspecto en VAP grande.....	67	Figura 184. Representación de área maciza y hueca en fachada.....	77
Figura 134. Relación de aspecto en MC pequeña.....	67	Figura 185. Rangos de abertura en fachada MNR pequeño.....	78
Figura 135. Espesor de pared exterior en MNR.	68	Figura 186. Rangos de abertura en fachada MNR mediano	78
Figura 136. Espesor de pared exterior en VAP.....	68	Figura 187. Rangos de % de abertura en fachada MNR grande.....	78
Figura 137. Espesor de pared exterior en MC.....	68	Figura 188. Rangos de % de abertura en fachada VAP grande.....	78
Figura 138. Espesor de pared interior en MNR.....	68	Figura 189. Rangos de % de abertura en fachada MC pequeño.....	78
Figura 139. Espesor de pared interior en VAP	68	Figura 190. Patrón de aberturas para MNR	79
Figura 140. Espesor de pared interior en MC.....	68	Figura 191. Patrón de aberturas para VAP	79



Figura 192. Patrón de aberturas para MC.....	79
Figura 193. Material de piso para MNR.....	79
Figura 194. Material de piso para VAP.....	79
Figura 195. Material de piso para MC.....	79
Figura 196. Valor de densidad horizontal de MNR pequeña.....	80
Figura 197. Valor de densidad horizontal en MNR mediana.....	80
Figura 198. Valor de densidad horizontal en MNR grande.....	80
Figura 199. Valor de densidad horizontal en VAP grande.....	80
Figura 200. Valor de densidad horizontal en MC pequeña.....	80
Figura 201. Valor de densidad vertical en MNR pequeña.....	81
Figura 202. Valor de densidad vertical en MNR mediana.....	81
Figura 203. Valor de densidad vertical en MNR grande.....	81
Figura 204. Valor de densidad vertical en VAP grande.....	81
Figura 205. Valor de densidad vertical en MC pequeña.....	81
Figura 206. Calidad de paredes en el CHC.....	82
Figura 207. Mapa de Ecuador.....	93
Figura 208. Mapa de Cuenca, Ecuador.....	93
Figura 209. Ubicación del Centro Historico de Cuenca.....	93
Figura 210. Ubicación del caso de estudio 1.....	93
Figura 211. Fachada frontal de la casa Borrero.....	95
Figura 212. Distribución de zonas estado anterior y estado actual.....	98
Figura 213. Adición y eliminación de paredes.....	98
Figura 214. Esquema de circulación vertical.....	99
Figura 215. Esquema de espacios, circulaciones y globalizadores.....	99
Figura 216. Esquema de circulación Horizontal.....	99
Figura 217. Esquema de llenos y vacíos.....	100
Figura 218. Esquema de patrón de aberturas.....	100
Figura 219. Esquema de alineación.....	100
Figura 220. Sección frontal de edificación de MNR.....	101
Figura 221. Esquema de Relación de aspecto.....	101
Figura 222. Detalle de pared de Baño.....	101
Figura 223. Detalle constructivo de entrepiso.....	102
Figura 224. Detalle constructivo de cubierta.....	102
Figura 225. Mapa de Ecuador.....	103
Figura 226. Mapa de Cuenca, Ecuador.....	103
Figura 227. Ubicación del Centro Historico de Cuenca.....	103
Figura 228. Ubicación del caso de estudio 2.....	103
Figura 229. Fachada frontal del predio perteneciente a la casa de VAP.....	105
Figura 230. Forma y regularidad de la planta.....	108
Figura 231. Adición y eliminación de paredes y elementos.....	108
Figura 232. Esquema de circulación vertical.....	109
Figura 233. Esquema de espacios, circulaciones y globalizadores.....	109
Figura 234. Esquema de circulación Horizontal.....	109
Figura 235. Patrón de aberturas de VAP.....	110
Figura 236. Esquema de alineación de fachada.....	110
Figura 237. Esquema de llenos y vacíos.....	110
Figura 238. Sección frontal de edificación de VAP.....	111
Figura 239. Esquema de Relación de aspecto.....	111
Figura 240. Detalle de pared de Baño.....	111
Figura 241. Sección de columna de hormigón.....	112
Figura 242. Detalle constructivo de entrepiso.....	112

CAPITULO 4

Figura 243. Plantas originales de MNR.....	118
Figura 244. Idealización de la planta baja y alta de MNR.....	118
Figura 245. Idealización de la planta baja y alta de VAP.....	119
Figura 246. Plantas originales de VAP.....	119
Figura 247. Ventana de dibujo en SAP2000.....	120
Figura 248. Vista en xz y vista 3d de la edificación de MNR.....	120
Figura 249. Vista en xy y vista 3d de la edificación de VAP.....	120
Figura 250. Nodos de los puntos que conforman la edificación de VAP.....	121
Figura 251. Nodos de los puntos que conforman la edificación de MNR.....	121
Figura 252. Elementos que conforman las paredes de la edificación de VAP.....	121
Figura 253. Elementos que conforman las paredes de la edificación de MNR.....	121
Figura 254. Elementos que conforman las vigas de entrepiso y cubierta de la edificación de VAP.....	121
Figura 255. Elementos que conforman las vigas de entrepiso y cubierta de la edificación de MNR.....	121
Figura 256. Esquema de vigas de entrepiso de MNR.....	124
Figura 257. Esquema de áreas de cubierta de MNR.....	125
Figura 258. Esquema de materialidad de paredes de MNR.....	126
Figura 259. Esquema de áreas de entrepiso de VAP.....	127
Figura 260. Esquema de áreas de cubierta de VAP.....	128
Figura 261. Esquema de sistema de paredes de VAP.....	129
Figura 262. Esquema de condiciones de borde en elementos tipo shell y tipo frame.....	131
Figura 263. Esquema de límites de deriva para edificaciones.....	134
Figura 264. Nodos y elementos de la tipología de MNR.....	135
Figura 265. Esquema de elevación lateral de MNR.....	135
Figura 266. Modo de vibrar 2 predominante en dirección X.....	136
Figura 267. Modo de vibrar 1 predominante en dirección Y.....	136
Figura 268. Espectro de aceleración de MNR.....	136
Figura 269. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 3, con predominancia en el eje X.....	137
Figura 270. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 4, con predominancia en el eje Y.....	137
Figura 271. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 5, con predominancia en el eje Y.....	137
Figura 272. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 6, con predominancia en el eje X.....	138
Figura 273. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 7, con predominancia en el eje Y.....	138
Figura 274. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 8, con predominancia en el eje X.....	138
Figura 275. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 9, con predominancia en el eje X.....	139
Figura 276. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 10, con predominancia en el eje X.....	139
Figura 277. Porcentaje predominante de desplazamiento en dirección X.....	140
Figura 278. Porcentaje predominante de desplazamiento en dirección Y.....	140
Figura 279. Vista 3d de desplazamiento en el eje X.....	140
Figura 280. Vista 3d de desplazamiento en el eje Y.....	140
Figura 281. Comparación de limite y valor calculado de la deriva pared P1.....	141
Figura 282. Comparación de limite y valor calculado de la deriva pared P2.....	141
Figura 283. Esquema de movimiento en pared dirección X.....	141
Figura 284. Nodos y elementos de la tipología de VAP.....	142
Figura 285. Esquema de elevación lateral de VAP.....	142
Figura 286. Modo de vibrar 2 predominante en dirección X.....	143
Figura 287. Modo de vibrar 7 predominante en dirección Y.....	143
Figura 288. Espectro de aceleración de VAP.....	143
Figura 289. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 1, con predominancia en el eje X.....	144
Figura 290. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 3, con predominancia en el eje X.....	144
Figura 291. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 4, con predominancia en el eje X.....	144
Figura 292. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 5, con predominancia en el eje Y.....	145
Figura 293. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 6, con predominancia en el eje Y.....	145
Figura 294. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 8, con predominancia en el eje Y.....	145



Figura 295. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 9, con predominancia en el eje Y.....	146
Figura 296. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 10, con predominancia en el eje X.....	146
Figura 297. Porcentaje predominante de desplazamiento en dirección X.....	147
Figura 298. Porcentaje predominante de desplazamiento en dirección Y.....	147
Figura 299. Vista 3d de desplazamiento en el eje X.....	147
Figura 300. Vista 3d de desplazamiento en el eje Y.....	147
Figura 301. Comparación de límite y valor calculado de la deriva pared P1 y P3.....	148
Figura 302. Comparación de límite y valor calculado de la deriva pared P2 y P4.	148
Figura 303. Esquema de movimiento en pared dirección X.....	148
Figura 304. Comparación de valores del periodo, masa total, porcentaje de masa, y desplazamientos en x y y de ambas tipologías.....	149
Figura 305. Desplazamientos en MNR y VAP.	150
Figura 306. Comparación de cortante con espesores de MNR y VAP.....	150
Figura 307. Cumplimiento de derivas.....	150
Figura 308. Comparación de derivas de pared completa.....	150
Figura 309. Comparación de derivas de mitad de pared.....	150

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO 1.

Tabla 1. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.....	12
Tabla 2. Reseña histórica de terremotos en Ecuador.....	13
Tabla 3. Reseña histórica de movimientos telúricos en Cuenca - Ecuador.....	14

CAPITULO 3.

Tabla 4. Fuentes de la información recopilada.....	49
Tabla 5. Valor promedio de área para VAP pequeño.....	66
Tabla 6. Valor promedio de área para VAP mediano.....	66
Tabla 7. Valor promedio de área para MC mediano.....	66
Tabla 8. Valor promedio de área para MC grande.....	66
Tabla 9. Relación de aspecto en VAP pequeña.....	67
Tabla 10. Relación de aspecto en VAP mediana.....	67
Tabla 11. Relación de aspecto en MC mediana.....	67
Tabla 12. Relación de aspecto en MC grande.....	67
Tabla 13. Altura planta baja en VAP pequeña.....	69
Tabla 14. Altura planta baja en VAP mediana.....	69
Tabla 15. Altura planta baja en MC mediana.....	69
Tabla 16. Altura planta baja en MC grande.....	69
Tabla 17. Altura planta alta en VAP pequeña.....	70
Tabla 18. Altura planta alta en VAP mediana.....	70
Tabla 19. Altura planta alta en MC mediana.....	70
Tabla 20. Altura planta alta en MC grande.....	70
Tabla 21. Valor promedio de abertura en fachada VAP pequeño.....	78

Tabla 22. Valor promedio de abertura en fachada VAP mediano.....	78
Tabla 23. Valor promedio de abertura en fachada MC mediano.....	78
Tabla 24. Valor promedio de % de abertura en fachada MC grande.....	78
Tabla 25. Valor de densidad horizontal en VAP pequeña.....	80
Tabla 26. Valor de densidad horizontal en VAP mediana.....	80
Tabla 27. Valor de densidad horizontal en MC mediana.....	80
Tabla 28. Valor de densidad horizontal en MC grande.....	80
Tabla 29. Valor de densidad vertical en VAP pequeña.....	81
Tabla 30. Valor de densidad vertical en VAP mediana.....	81
Tabla 31. Valor de densidad vertical en MC mediana.....	81
Tabla 32. Valor de densidad vertical en MC grande.....	81
Tabla 33. Calificación de suelos por pendientes.....	82
Tabla 34. Consulta general para la edificación de MNR pequeña.....	83
Tabla 35. Consulta general para la edificación de MNR mediana.....	84
Tabla 36. Consulta general para la edificación de MNR grande.....	85
Tabla 37. Consulta general para la edificación de VAP pequeña.....	86
Tabla 38. Consulta general para la edificación de VAP mediana.....	87
Tabla 39. Consulta general para la edificación de VAP grande.....	88
Tabla 40. Consulta general para la edificación de MC pequeña.....	89
Tabla 41. Consulta general para la edificación de MC mediano.....	90
Tabla 42. Consulta general para la edificación de MC grande.....	91
Tabla 43. Especificaciones técnicas de MNR grande.....	102
Tabla 44. Especificaciones técnicas de VAP pequeña.....	112

CAPÍTULO 4

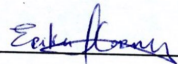
Tabla 43. Tabla resultante de la exportación de nodos que contiene los datos del número de nodos con su respectiva coordenada en x, y y z.....	122
Tabla 44. Tablas resultantes de la exportación de elementos (Shell superior, Frame inferior).....	122
Tabla 45. Datos generales de entepiso de MNR.....	124
Tabla 46. Datos generales de cubierta de MNR.....	125
Tabla 47. Datos generales de paredes de MNR.....	126
Tabla 48. Datos generales de entepiso de VAP.....	127
Tabla 49. Datos generales de cubierta de VAP.....	128
Tabla 50. Datos generales de paredes de VAP.....	129
Tabla 51. Datos generales de características mecánicas de la edificación de MNR.....	130
Tabla 52. Datos generales de características mecánicas de la edificación de VAP.....	130
Tabla 53. Fuente de datos de módulo de elasticidad, coeficiente de poisson y densidad de diferentes materiales aplicados a las edificaciones de MNR y VAP.....	131
Tabla 54. Datos de distorsión de entepiso (deriva).....	134
Tabla 55. Datos de deriva máximos, expresados como fracción de la altura de piso.....	134
Tabla 56. Condiciones de borde para MNR.....	135
Tabla 57. Datos de periodo y masa en dirección x.....	136
Tabla 58. Datos de periodo y masa en dirección y.....	136
Tabla 59. Masa total que actúa sobre la edificación de MNR.....	136
Tabla 60. Datos de la deriva de la pared completa en MNR.....	141
Tabla 61. Datos de la deriva de la mitad de la pared en MNR.....	141
Tabla 62. Condiciones de borde para VAP.....	142
Tabla 63. Datos de periodo y masa en dirección x.....	143
Tabla 64. Datos de periodo y masa en dirección y.....	143
Tabla 65. Masa total que actúa sobre la edificación de VAP.....	143
Tabla 66. Datos de la deriva de la pared completa en VAP.....	148
Tabla 67. Datos de la deriva de la mitad de la pared en VAP.....	148
Tabla 68. Comparación del comportamiento sísmico de las dos tipologías.....	149

CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Cláusula de Propiedad Intelectual

Erika Gabriela Cornejo Pintado autora del trabajo de titulación "CARACTERIZACIÓN DEL PATRIMONIO EDIFICADO IRREGULAR DE BAJA ALTURA DEL CENTRO HISTÓRICO DE CUENCA, ORIENTADO A ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 08 de Enero de 2020



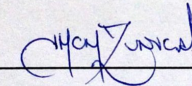
Erika Gabriela Cornejo Pintado

C.I: 0105721278

Cláusula de Propiedad Intelectual

Jhon Mauricio Zúñiga Saca autor del trabajo de titulación "CARACTERIZACIÓN DEL PATRIMONIO EDIFICADO IRREGULAR DE BAJA ALTURA DEL CENTRO HISTÓRICO DE CUENCA, ORIENTADO A ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 08 de Enero del 2020



Jhon Mauricio Zúñiga Saca

C.I: 0105956668

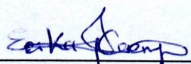
CLÁUSULA DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Erika Gabriela Cornejo Pintado en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "CARACTERIZACIÓN DEL PATRIMONIO EDIFICADO IRREGULAR DE BAJA ALTURA DEL CENTRO HISTÓRICO DE CUENCA, ORIENTADO A ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 08 de Enero de 2020



Erika Gabriela Cornejo Pintado

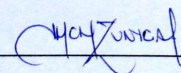
C.I: 0105721278

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Jhon Mauricio Zúñiga Saca en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "CARACTERIZACIÓN DEL PATRIMONIO EDIFICADO IRREGULAR DE BAJA ALTURA DEL CENTRO HISTÓRICO DE CUENCA, ORIENTADO A ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 08 de Enero del 2020



Jhon Mauricio Zúñiga Saca

C.I: 0105956668

AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento al: Arq. Felipe Manosalvas. Director de la DIRECCIÓN DE ÁREAS HISTÓRICAS Y PATRIMONIALES del Gobierno Autónomo Descentralizado de Cuenca, por la ayuda en cuanto a la proporción de información y documentos como planos y fichas de las edificaciones inventariadas del Centro Histórico de Cuenca.

Al director de tesis Ing. Hernán García Erazo, por su aportación en conocimientos y que con su experiencia nos orientó en el desarrollo de este trabajo.

A los asesores del trabajo de titulación: Ing. Juan Jiménez y Arq. Soledad Moscoso y de igual manera a la Arq. Rosa Quezada que con su aporte han sido de gran ayuda para la culminación del trabajo

Erika Cornejo - Jhon Zúñiga.

DEDICATORIA

A mis padres: Oswaldo y Mariana por el apoyo incondicional, por su amor y sacrificio que han hecho durante todos estos años, permitiendo que logre culminar la carrera.

A mi hermana Estefanía, por estar presente incondicionalmente y por llenarme siempre de consejos para la vida profesional.

A mis futuras colegas, esas amigas que fueron partícipes del transcurso universitario y conocen los sacrificios que conlleva la carrera.

Finalmente, un agradecimiento especial a Esteban por brindarme un apoyo moral y absoluto durante toda la carrera.

Erika Cornejo

A mis padres, Víctor y Gladys, por ser el pilar fundamental para culminar esta etapa de mi vida; sin ellos nada de esto fuera posible.

A mi hermana Verónica, por todos los consejos, por el apoyo y por estar en los momentos complicados de este trayecto.

A mis sobrinos, Adriana y Nicolás, que desde su inocencia han sabido motivarme para continuar con este proceso.

A todos esos grandes compañeros y amigos que hice durante este recorrido. Ellos supieron alegrar aquellos momentos en donde parecía que ya no se podía más.

Jhon Zúñiga

INTRODUCCIÓN

Los fenómenos sísmicos representan una de las más evidentes manifestaciones de que la tierra es un planeta en constante transformación. Lamentablemente, dependiendo de su intensidad, estos pueden traer consigo la destrucción parcial o completa de infraestructuras creadas por el hombre y a su vez la pérdida de vidas humanas. Es por esto que la investigación del comportamiento sísmico de las edificaciones, se convierte en un objetivo importante para las áreas que acarrean su estudio, como lo son la Ingeniería civil y la Arquitectura.

Las últimas catástrofes sísmicas una vez más han puesto en evidencia el mal funcionamiento estructural de las edificaciones que fracasan ante estos acontecimientos y la necesidad de realizar un estudio que permita determinar su vulnerabilidad sísmica. La vulnerabilidad sísmica de una edificación, entre otras cosas, está relacionada directamente con su ubicación. Es así que Ecuador, al encontrarse en una zona altamente sísmica, presenta una amenaza para su infraestructura. Existen registros de eventos sísmicos que han ocurrido en el país los cuales muestran el daño material y humano que estos han causado, además, evidencian que las edificaciones antiguas, son las más vulnerables antes estos acontecimientos. Esto debido a que han sido construidas empíricamente ante la falta de un control técnico y la inexistencia de códigos de construcción que sirvan de guía para su correcta ejecución. Este tipo de edificaciones se encuentran generalmente en los sectores patrimoniales de las ciudades, por lo que su estudio es importante para salvaguardar la integridad de estos bienes.

Es así de la importancia del estudio de estas edificaciones, que en el caso de la ciudad de Cuenca, constituye gran parte de su centro histórico declarado patrimonio cultural de la humanidad en 1999. Estas edificaciones conforman gran parte del área del centro histórico y se caracterizan por ser edificaciones de baja altura, en donde predominan las de dos pisos (Jiménez, 2017). Es entonces que este trabajo se centrará en las edificaciones de baja altura ubicadas en el Centro Histórico de la ciudad de Cuenca, en donde se realiza, en primera instancia: un análisis y caracterización de estas edificaciones en los sectores de planeamiento 0102, 0202 y 0203. Esta caracterización se desarrolla orientado al estudio del comportamiento sísmico de estas edificaciones, por lo que se analiza sus principales características en cuanto a su variabilidad geométrica (número de plantas, área de plantas, relaciones de aspecto, espesores de paredes, alturas de entrepiso), arquitectónica (distribución de paredes en planta, patrón de aberturas en paredes) y mecánica (calidad de las paredes, rigidez en el plano del sistema de piso) a nivel de cada tipología. Esto permitirá determinar las características predominantes para cada tipología y así, finalmente, seleccionar dos edificaciones que cumplan con el mayor número de estas características entre todas las tipologías. Estas dos edificaciones serán analizadas mediante un software que permitirá determinar su comportamiento sísmico.

La evaluación del comportamiento sísmico de una edificación conlleva la aplicación de metodologías que puedan ser usadas acorde a la información disponible en un área de estudio determinada. Es así que se utiliza un método de análisis aprendido y usado en las aulas de la universidad que brinda de manera rápida un primer acercamiento de su comportamiento sísmico. Este es el método de elementos finitos en donde se inicia con un análisis modal que permite determinar los modos de vibrar de acuerdo al período de cada edificación, posteriormente se realiza el cálculo de fuerzas y desplazamientos para encontrar los modos predominantes y así finalmente determinar la deriva de cada edificación y comparar los resultados con lo establecido en la norma ecuatoriana de la construcción NEC-SE-DS.

Los resultados obtenidos en este trabajo permitirán tener un acercamiento ante el comportamiento sísmico de las tipologías representativas del Centro histórico de Cuenca. Además, la caracterización de estas edificaciones será de ayuda para futuras investigaciones sobre el estudio de su vulnerabilidad sísmica; en donde este puede ayudar a comprender el comportamiento de estas edificaciones y así poder dar una solución para la mitigación del riesgo sísmico en esta zona de la ciudad.



HIPÓTESIS

Las tipologías predominantes de las edificaciones irregulares de baja altura del Centro Histórico de Cuenca presentan vulnerabilidad sísmica de acuerdo a su distribución geométrica y composición arquitectónica.

OBJETIVOS

Objetivo General

Realizar un registro de las viviendas irregulares de baja altura de un área del Centro Histórico de Cuenca que permita determinar la influencia de la variabilidad geométrica y arquitectónica en el comportamiento sísmico de la vivienda.

Objetivos Específicos

1. Categorizar las tipologías predominantes de edificaciones irregulares de baja altura de un área de estudio establecida del Centro Histórico de Cuenca en base a su variabilidad geométrica y arquitectónica.
2. Utilizar un modelo matemático existente mediante un software que permita conocer el comportamiento sísmico de dos ejemplos de las tipologías más representativas del área de estudio.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO



1.1 Del Centro Histórico de Cuenca



Figura 1. Centro histórico de Cuenca.
Vega, M. (2019). Downtown Cuenca. [Fotografía] Adaptado de <https://www.instagram.com/p/BxxxFNElHr/>



Figura 2. Sitio arqueológico Pumapungo.
Complejo Pumapungo. (s.f.). n/a. [Fotografía] Adaptado de <https://ec.viajandox.com/cuenca/complejo-pumapungo-A139>

El Centro Histórico de Cuenca (Fig. 1), declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO el 1 de diciembre de 1999, posee características tangibles e intangibles particulares que hicieron posible su inscripción dentro de la lista de patrimonios mundiales. Este comprende el territorio que ocupaba la ciudad de Cuenca hasta la primera mitad del siglo XX, incluidos el sitio arqueológico Pumapungo y los corredores conformados por las antiguas vías de ingreso a la ciudad, calle Rafael María Arízaga, Av. Loja y calle de las Herrerías (Cardoso, 2017).

Historiadores señalan a la antigua ciudad Cañari Guapondelig como el inicio de la ciudad de Cuenca. Existe poca información de la época pero se deduce que como en la mayoría de pueblos aborígenes, el uso de materiales locales como la tierra y la madera fueron los principales materiales utilizados en sus edificaciones, las cuales serían modestas viviendas ubicadas en el actual sitio arqueológico de Pumapungo (Fig. 2) (Espinosa y Calle, 2002).

Con la llegada de los incas y la conquista de la ciudad Cañari, se le da el Nombre de Tumipampa o Tomebamba, nombre que llevó durante los años donde el imperio Inca gobernó la ciudad. Con la imposición de la cultura incaica, surge la creación de grandes obras arquitectónicas que incorporan nuevas técnicas constructivas como la combinación de la arcilla y piedra labrada para la construcción de pisos y muros. La piedra labrada se incorpora en la creación de edificios de jerarquía, propios de la cultura Inca (Muñoz, 2015). Hacia las afueras, las viviendas eran realizadas sin

mayor elaboración, en donde la tierra y la madera siguen siendo fundamental en su elaboración.

La ciudad de Cuenca, nace con ese nombre durante la conquista de los españoles y su posterior fundación el 12 de abril de 1557. La ciudad se fundó al occidente de la ciudad de Tomebamba (hoy Pumapungo) (Espinosa, 2002). Con la fundación de la ciudad y la llegada de una nueva cultura que arrasó e impuso sus costumbres a los aborígenes, se crea por primera vez un plan de trazado para la ciudad. Inicialmente las técnicas constructivas seguían siendo las mismas y con el pasar de los años, esta se acopló a la tipología residencial traída por los españoles. Patricio Muñoz Vega (2015) señala: *"Indudablemente, la conquista española produjo un notable impacto en la arquitectura regional; una vez que se han estabilizado los centros urbanos y existen condiciones suficientes por la diversificación del trabajo, se implantaron nuevas técnicas constructivas y materiales"* (p. 61).

A partir de esta época, la arquitectura de la ciudad presenta un constante desarrollo ligado a nuevos estilos traídos de Europa, dando paso a una variada combinación de estilos arquitectónicos que resultaron en lo que hoy conocemos como patrimonio edificado y conformando el actual centro histórico de la ciudad de Cuenca.

1.1.1 El patrimonio Edificado

La acepción del término "patrimonio" a un bien, se da con la determinación por parte de la UNESCO del patrimonio Cultural, es por eso que en primera instancia es necesario entender su significado.



La UNESCO (s.f.) define al patrimonio Cultural como *“el legado que recibimos del pasado, que vivimos en el presente y que transmitiremos a las generaciones futuras”* (p. 134). Dentro del patrimonio cultural se engloba a:

1. *Los monumentos: obras arquitectónicas, de escultura o de pintura monumentales, elementos o estructuras de carácter arqueológico, inscripciones, cavernas y grupos de elementos, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia;*

2. *Los conjuntos: grupos de construcciones, aisladas o reunidas, cuya arquitectura, unidad e integración en el paisaje les dé un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia;*

3. *Los lugares: obras del hombre u obras conjuntas del hombre y la naturaleza, así como las zonas, incluidos los lugares arqueológicos, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista histórico, estético, etnológico o antropológico.*

La declaración de Amsterdam en 1975 señala que el patrimonio edificado no son solo los edificios individuales de valor excepcional sino también todas las áreas de ciudades y pueblos que poseen un valor histórico o cultural. Así mismo, dentro de la carta Europea de patrimonio arquitectónico (1975) se señala que *“el patrimonio arquitectónico está formado por los conjuntos que constituyen nuestras ciudades y pueblos tradicionales en su entorno natural o construido”* (p. 2).

Estos conceptos determinan al patrimonio edificado como el conjunto de bienes edificados por el hombre que representan su historia y cultura durante el paso del tiempo y que además son reconocidos por sus habitantes como parte de su identidad. Este a su vez comprende todo elemento construido que presenta características morfológicas particulares que transmiten las formas de convivir de nuestros antepasados (Rodas, 2016).

1.1.2 El patrimonio Edificado en el Centro Histórico de Cuenca

La colonización marca un antes y un después en las ciudades históricas de América latina y Cuenca no es la excepción. En Cuenca, la ciudad histórica se emplazó siguiendo un trazado reticular ortogonal generado a partir de su plaza central, criterio típico de las ciudades coloniales. La disposición de las viviendas se daba jerárquicamente, teniendo junto a la plaza central las viviendas de políticos, religiosos y sus familias; dejando las afueras para el uso exclusivo de indígenas y con la idea de que la ciudad creciera en sus cuatro direcciones (Estrella, 1992).

Durante esta época la influencia religiosa fue determinante para el desarrollo urbano de la ciudad. Las iglesias y monasterios se convirtieron en “hitos” urbanizadores que con un carácter monumental se emplazaban ante una población devota (Espinosa y Calle, 2002). Su expresión formal agrupaba diversos estilos europeos acompañado de técnicas constructivas locales como el barro y la piedra labrada (Cordero y Aguirre, 1994).



Figura 3. Vivienda republicana restaurada en el CH.
Zhiña, C. (2019). Edificación de Cuenca. [Fotografía] Adaptado de <https://www.instagram.com/p/BylylCIIF-8/>



Por otro lado, la arquitectura civil se desarrollaba como resultado de técnicas constructivas más no estéticas, creando así tipologías arquitectónicas tradicionales en donde predominó el modelo de vivienda andaluza, que se caracteriza por una casa con un patio, traspatio y huerto, los mismos que se convierten en elementos organizadores de los espacios de las viviendas. La técnica constructiva de este tipo de edificaciones era empírica y artesanal, en donde se utilizaba materiales de la zona como la tierra (muros de adobe o bahareque), madera (pilares, columnas, vigas, dinteles, estructura de cubiertas y balcones) y tejas en la cubierta (Chassi, Peñafiel y Serpa, 1982). A esta tipología de edificaciones presentes en el centro histórico, se la conoce como edificaciones de mampostería no reforzada (MNR) (Fig. 4).

Durante la época republicana, con el surgimiento del ladrillo y el hormigón, poco a poco se abandona los esbeltos muros de adobe y los limitados elementos estructurales de madera para la resolución de luces. Esto trae consigo la aparición de nuevas tipologías de viviendas producto de técnicas constructivas mixtas como adobe-ladrillo o ladrillo bahareque. En algunos casos se empieza a utilizar la combinación del hierro y el cemento como refuerzo de estos sistemas estructurales, experimentando además en la creación de áticos, cúpulas, lucernarios y terrazas de diferentes tipos (Espinosa y Calle, 2002).

Estas innovaciones estructurales permitieron diseños más novedosos que dieron paso a nuevos sistemas constructivos. Además, la aparición de nuevos materiales como el zinc, el vidrio, el hierro,

el mármol dieron rienda a la imaginación de artesanos que buscaron soluciones constructivas a decoraciones y ornamentos que buscaban su particularidad acorde a esta nueva arquitectura (Fig. 3).

Posteriormente en los años 60, la popularidad del uso del ladrillo en paredes es tanto que surge su combinación con cadenas horizontales de hormigón armado en los entrepisos (Espinosa y Calle, 2002). Esto dio paso a un nuevo sistema constructivo que hoy se lo conoce como edificaciones de mampostería con vigas de atado perimetral (VAP) (Fig. 5).

Con la aparición del hormigón armado, y con la aceptación que este tuvo al presentar mayor versatilidad que los sistemas tradicionales, se dio paso a un nuevo sistema constructivo conformado por elementos de hormigón armado horizontales y verticales. La combinación de estos elementos produjo el confinamiento de la mampostería, que pasaba de ser un elemento netamente estructural a un elemento divisor y conformador de espacios. A esta nueva práctica constructiva se la determinó como Marco Confinado (MC) (Fig 6) y es hasta la época el sistema constructivo más común en las nuevas obras arquitectónicas (Jiménez, 2002).



Figura 4. Edificación de Mampostería no reforzada del Centro Histórico de Cuenca.



Figura 5. Edificación de Vigas de atado perimetral del Centro Histórico de Cuenca.



Figura 6. Edificación de Marco confinado del Centro Histórico de Cuenca.

Figura 4, 5 y 6. Edificaciones de diferente tipología. (s.f.). n/a. [Fotografía] Adaptado de <https://www.google.com/maps>



Figura 7. Planta baja de vivienda del centro histórico de Cuenca: Estado Inicial y Estado posterior.

Propio

Se puede observar la eliminación de paredes debido al cambio de uso propuesto en la edificación. Las paredes portantes de adobe son reemplazadas por columnas de madera.



Figura 8. Antes y Después de algunas edificaciones del Centro Histórico de Cuenca.

Mejía, P. (2016). Transformaciones urbanas en el centro histórico por los nuevos usos: sus repercusiones en los valores y atributos patrimoniales. Caso de estudio calle Larga, Cuenca. Pg. 57-183. [Fotografía].

1.1.3 La irregularidad desde la forma, organización y distribución en planta de las viviendas en el centro histórico.

La propuesta de inscripción del CHC en la lista de patrimonio mundial, señala que la arquitectura del centro se ha desarrollado bajo los lineamientos del trazado establecido durante su fundación (Cardoso, 2017). Sin embargo, los viajes hacia Europa de comerciantes locales traían consigo nuevas visiones para la arquitectura de su ciudad. Pequeñas casas de una planta fueron demolidas para reemplazarlas con viviendas de dos y tres piso que simulaban al menos en la fachada un estilo Europeo (Estrella, 1992).

Como en muchas ciudades patrimoniales, la arquitectura cuencana se ha desarrollado marcada por la idiosincrasia de sus ciudadanos en donde las viviendas sufren un proceso de adaptación desde la colonia. Esta adaptación consiste en intervenir parcial o totalmente las edificaciones, en donde estas se "actualizan" conforme al gusto de cada época. Muchas edificaciones aún conservan sus tipologías o al menos su esquema base, mientras que su fachada ha sufrido alteraciones y sustituciones influenciadas por estilos arquitectónicos que han aparecido luego de la colonia, muchos de ellos traídos del extranjero (Cardoso, 2017).

El cambio de uso de suelo es un factor importante al analizar el estado actual interno de las edificaciones en el centro histórico. La intensa actividad comercial que se desarrolla en el centro histórico ha modificado la función original de vivienda de las edificaciones, en donde su parte interna es la

más afectada, es decir, su organización espacial y distribución de paredes.

Existen intervenciones fuertes sobre estos inmuebles, como su derrocamiento total o parcial para la generación de parqueaderos o locales comerciales (Mejía, 2016). Esto trae consigo el reemplazo de paredes originales por otras que se colocan acorde al nuevo uso, en donde en la mayoría de los casos, estas rompen con la tipología inicial de estas edificaciones. El resultado de esto son inmuebles que rompen con la regularidad (irregulares) en la distribución y continuidad de las paredes de la tipología inicial. Entiéndase como irregulares en la distribución de paredes a aquellas que se encuentran desalineadas (desplazadas de un eje) y discontinuas cuando su continuidad es interrumpida por algún espacio vacío, sin importar cual sea su uso.

De acuerdo a la información que se ha manejado para esta investigación (planos arquitectónicos) ponen en evidencia estos cambios provocados por el cambio de uso (Fig. 7). Además se ha podido observar el cambio de material para la elaboración de mampostería divisoria que responde netamente al nuevo uso que se le da a las edificaciones (Fig. 8). Todos estas primicias fundamentan el interés del estudio de estas edificaciones que, dejando a un lado la interesante discusión de la afección al patrimonio que estás intervenciones traen consigo, esta la alteración estructural provocada a estas viviendas. Es así que en este trabajo se procederá a la caracterización de estas edificaciones orientado a estudios de su vulnerabilidad sísmica.

1.2 Vulnerabilidad sísmica

El concepto de vulnerabilidad sísmica nace de la necesidad de determinar el riesgo de los grupos sociales y su desempeño cuando estos eran afectados por eventos sísmicos (Barbat y Pujades, 2002). H. Sandi define a la vulnerabilidad sísmica como una propiedad intrínseca de las estructuras que deriva de su comportamiento ante un evento sísmico. Este se desarrolla mediante una ley de causa-efecto, donde la causa es el sismo y el efecto es el daño (Barona, 2010).

La UNESCO y la UNDRO (Organización de las Naciones Unidas para el Socorro en Casos de Desastre), señalan algunos de los conceptos relacionados a la vulnerabilidad sísmica:

1. Amenaza: Probabilidad de que ocurra un evento sísmico que pueda ser desastroso durante cierto período de tiempo en una zona determinada.

2. Vulnerabilidad: Es el grado o porcentaje de daño de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo como resultado de la probable ocurrencia de un evento sísmico destructivo (Fig. 9).

3. Elementos en riesgo: Son la población, su infraestructura, sus actividades y servicios vulnerables ante una amenaza en un área determinada.

4. Riesgo Sísmico: Se define como el número de pérdidas humanas y materiales ocasionadas durante un desastre natural.

Entonces, la vulnerabilidad de una edificación ante eventos sísmicos puede entenderse como

un componente de riesgo propio de su estructura, en la que se relaciona directamente con su capacidad de ser propensa a sufrir daños provocados por eventos sísmicos.

1.2.1 Riesgo Sísmicos

El riesgo sísmico es un concepto ligado al de vulnerabilidad sísmica. El riesgo sísmico es el grado de pérdidas esperadas que sufren las estructuras durante un evento sísmico. Al periodo de duración del evento sísmico se lo considera como el período de exposición o período de vida útil de la estructura. La mitigación de los desastres dentro del riesgo sísmico conlleva a todas las acciones que se desarrollan antes, durante y después de un evento sísmico con el fin de reducir los daños hacia las edificaciones (Sandi, 1983).

Es así que mediante la determinación de la vulnerabilidad sísmica de una edificación, y dependiendo del método a utilizar para su determinación, se puede llegar al conocimiento de las características arquitectónicas y estructurales que influyen en la aparición amenazas sísmicas existentes, permitiendo así definir acciones a considerar en el diseño de nuevas edificaciones o para salvaguardar las edificaciones existentes que presentan algún tipo de riesgo.

Sin embargo, hasta la actualidad no se ha desarrollado alguna técnica que permita contrarrestar completamente los riesgos sísmicos, es por eso que si se desea disminuir el riesgo sísmico de una edificación, se debe actuar directamente sobre su vulnerabilidad sísmica.

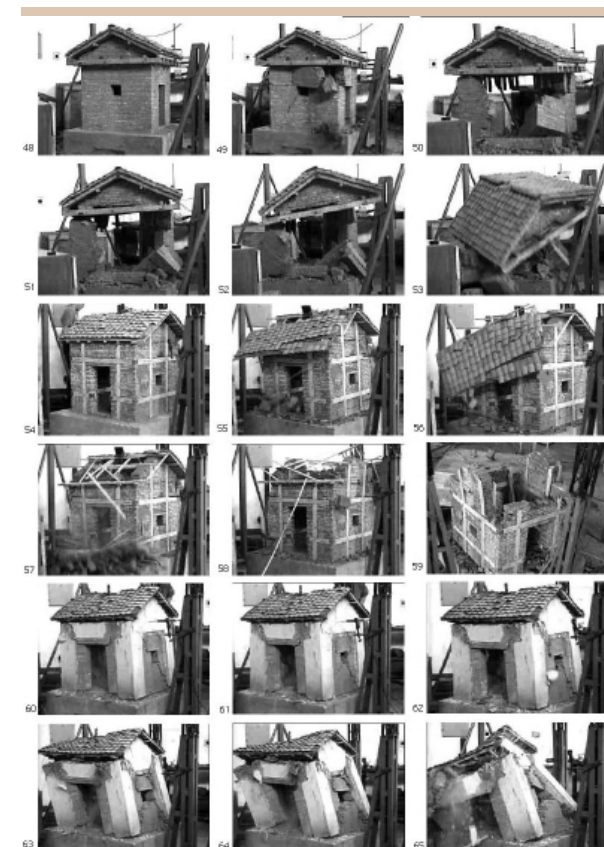


Figura 9. Estudios de vulnerabilidad sísmica en casa de adobe, prueba de colapso.

Yamín L, Phillips C, Reyes J, Ruiz D. (2007). Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada. [Fotografía] Adaptado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-97632007000200009

Se puede observar el mecanismo de colapso de la vivienda de adobe en donde una presenta un refuerzo en madera con finantes, otra no presenta ningún refuerzo y otra se encuentra reforzada con malla.

El conocimiento del comportamiento sísmico de una edificación, permite establecer mecanismos y acciones para la reducción de los daños provocados por los sismos.

1.2.2 Vulnerabilidad sísmica del país

Ecuador, al encontrarse localizado en una de las regiones de mayor actividad sísmica del mundo, denominada como el "Cinturón de Fuego del Pacífico", está afectada constantemente por la presencia de eventos sísmicos. La interacción entre la placa Sudamericana y la placa de Nazca genera una zona de subducción frente a las costas y varias zonas tectónicamente activas al interior del territorio, en donde se originan la mayor parte de sismos que se registran en el país (Rivadeneira et al., 2007). Además, la diferenciación de fuerzas sísmicas en sentido norte-sur producto de la subducción de la cordillera submarina Carnegie y las constantes fuerzas en varias direcciones que intentan abrir el golfo de Guayaquil en dos, son importantes fuentes de energía liberada en forma de sismos (Correa, 2003).

La publicación del código Ecuatoriano de la construcción NEC-11 en el capítulo 2, presenta un mapa de amenaza sísmica del país (Fig. 10). Aquí se aprecia la zonificación de la amenaza que varía desde intermedia hasta muy alta y que va desde la región costanera hasta la Oriental, respectivamente.

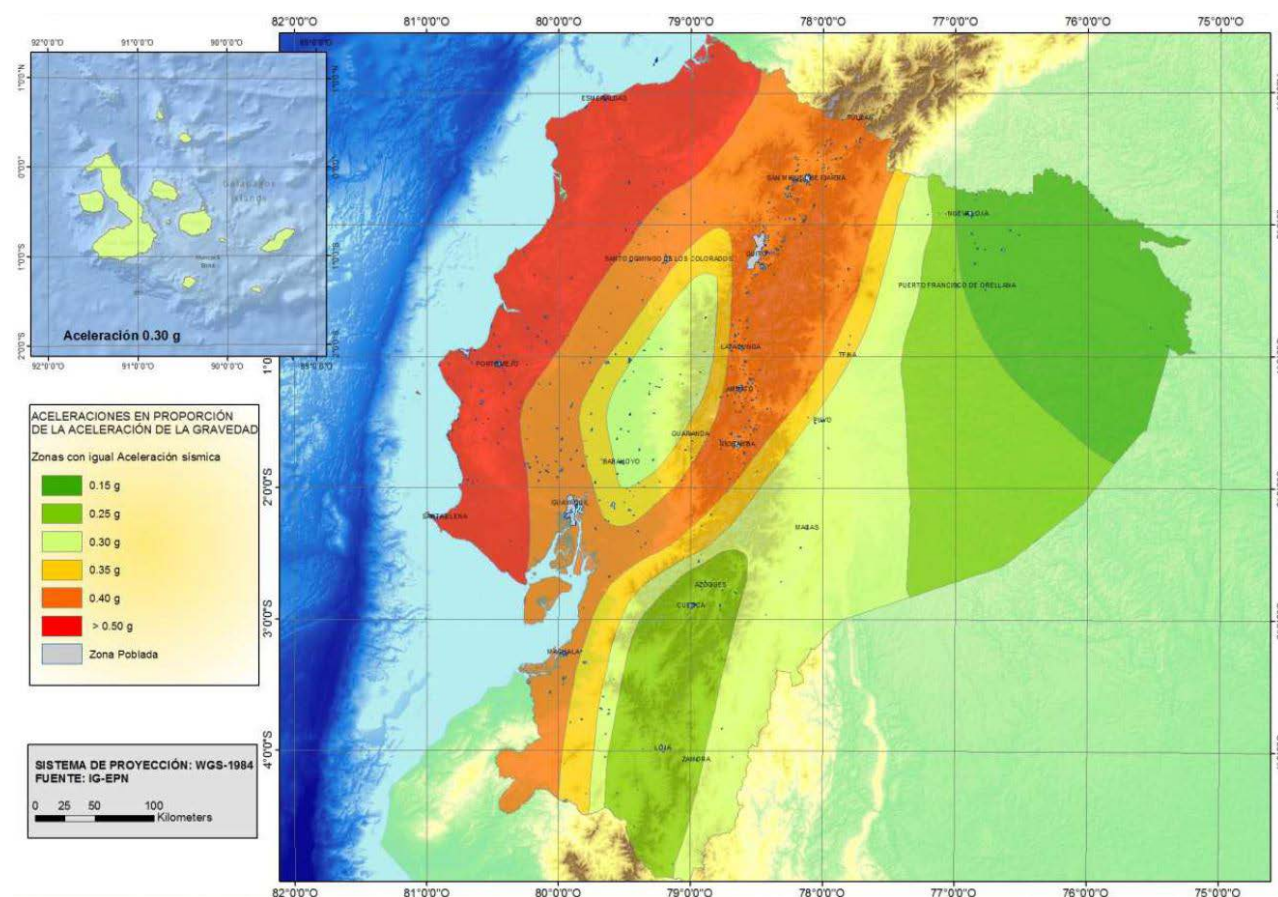


Figura 10. Mapa para diseño sísmico.

NEC (2011). Peligro sísmico y requisitos de diseño sismo resistente. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z. [Mapa] Adaptado de <https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/nec2011-cap-02-peligro-sismico-y-requisitos-de-disec3b1o-sismo-resistente-021412.pdf>

VALORES DEL FACTOR Z EN FUNCIÓN DE LA ZONA SÍSMICA ADOPTADA						
Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.50
Caracterización de la amenaza sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Tabla 1. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.

NEC-11. (2011). Peligro sísmico y requisitos de diseño sismo resistente, p. 10. [Tabla].



Estos datos recalcan el alto riesgo de sufrir fenómenos sísmicos que presenta el país (Tabla 2).

Un claro ejemplo de esto es el evento sísmico que tuvo lugar el 16 de abril del 2016, en donde se dio un sismo de magnitud 7.8 Mw; el cual azotó las costas del noroccidente ecuatoriano. Su epicentro estuvo localizado cerca del cantón Muisne, Esmeraldas, afectando a todo el país y dejando pérdidas materiales y humanas (alrededor de 663 personas fallecidas y más de 1125 edificios afectados) (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2016).

RESEÑA HISTÓRICA DE TERREMOTOS OCURRIDOS EN EL ECUADOR		
Fecha	Lugar de epicentro	Consecuencias
1587	Quito-Cayambe	Destrucción de San Antonio de Pichincha Número de muertos más de 160 y varios heridos.
1645	Quito- Riobamba	Muchos estragos en toda la comarca, deterioro notable de edificios, muchos fallecidos.
1687	Ambato- Pelileo Latacunga	Destrucción del pueblo de la comarca aproximadamente 7200 muertos.
1698	Riobamba- Ambato Latacunga	Gran destrucción de casa e iglesias aproximadamente 7000 muertos.
1703	Latacunga	Estragos notables pero menores a los del terremoto de 1698.
1736	Cotopaxi	Daños graves de casas e iglesias, haciendas afectadas.
1755	Quito	Destrucción de un sinnúmero de edificios los moradores tuvieron que evacuar de la ciudad.
1757	Latacunga	Destrucción de materiales considerables, aproximadamente 4000 personas fallecieron.
1797	Riobamba	Destrucción total de la ciudad que fue trasladada a otro sitio despues entre 13000 y 31000 muertos epidemias, impacto socio-económico elevado.
1840	Patate y Pelileo	Varios daños materiales.
1856	Cuenca, Riobamba, Alausí	Daños a iglesias, destrucción de varios caminos trapiches- algunos muertos.
1859	Quito-Valle de los Chillos	Graves daños materiales, serios estragos en poblaciones y haciendas del valle de Los Chillos, un centenar de víctimas aproximadamente.
1868	Otavallo, atuntaqui, ibarra	Grandes averías en casas e iglesias, decenas de muertos.
1896	Bahía de Caráquez, Portoviejo	Destrucción parcial de edificios y viviendas, un muerto y varios heridos.
1906	Esmeraldas	Decenas de muertos, daños considerables por el sacudimiento y por las inundaciones.
1914	Pichincha	Destrucción de casas.
1923	Carchi	Cayeron muchas casas, daños a los caminos - 3000 víctimas - 20 000 personas sin techo.
1942	Guayaquil - Portoviejo	Pérdidas cuantiosas, cuarteamientos serios en paredes y cubiertas - 200 muertos - centenares de heridos.
1944	Pastocalle - Saquisilí	Destrucción parcial de edificios y viviendas.
1949	Ambato y Pelileo	Ciudad integralmente destruida - 6000 muertos y miles de heridos, 100.000 personas sin hogar, consecuencias socioeconómicas grandes y de larga duración.
1970	Frontera sur (Perú)	Destrucción casi total de algunas cabeceras cantonales, impacto socioeconómico considerable - 40 muertos, aprox. 1000 muertos entre Ecuador y Perú.
1987	Oriente, Pichincha, Imbabura	3500 muertos, reducción en un 60 % de los ingresos por exportación (se dañó el oleoducto transecuatoriano), cierre de vías por deslizamientos, aislamiento de pueblos.
1998	Bahía de Caráquez	3 muertos - 40 heridos - 750 personas sin hogar 150 casas destruidas - 250 dañadas.
2016	Manabí y Esmeraldas	663 muertos, 9 desaparecidos, 6.274 personas heridas y otras afectaciones directas y grandes pérdidas materiales de 3 500 mil millones USD.

Tabla 2. Reseña histórica de terremotos en Ecuador.

Instituto geofísico EPN. (2016). Resumen de eventos sísmicos de Ecuador. [Tabla] Adaptada de <https://www.igepn.edu.ec/ultimos-sismos>

1.2.3 Vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Cuenca

Un documento de archivo en la hemeroteca del Museo Pumapungo de la ciudad de Cuenca, muestra una carta del 6 de Diciembre de 1898, dirigida a la Diócesis de Cuenca de parte de la parroquia de Chahuarurco-Santa Isabel (Véase Anexo A1); aquí se relata: *"el fatal acontecimiento telúrico de ayer ha demolido por completo el templo y todos los edificios de adobe de esta parroquia, pero no ha causado ninguna muerte en los habitantes"*.

La ciudad de Cuenca, al encontrarse en la zona austral al sur del país, presenta una fuente sismogénica crítica como es la falla de Girón; con un potencial sísmico estimado de 7.1 Mw (Jiménez y Peñaherrera, 2001). Por otra parte, publicaciones de la red sísmica del austro, indican mapas de amenaza sísmica para esta región del país que han sido corroborado por las sucesivas ediciones del Código Ecuatoriano de la Construcción. Estos estudios evidencian la vulnerabilidad sísmica de la ciudad y de su área histórica que corresponde alrededor del 5% de su área urbana y en donde se concentran las edificaciones de mampostería no reforzada más antiguas de la ciudad (Red sísmica del austro, 2002).

Un ejemplo es el registro de terremotos que sucedieron al sur del país, en donde según los registros (Tabla 3) estos han afectado directamente a las edificaciones y a sus habitantes que se encontraban dentro de la zona donde ocurrieron estos eventos (IG EPN, s.f.).

RESEÑA HISTÓRICA DE MOVIMIENTOS TELÚRICOS EN CUENCA		
12/02/1856	"Pequeño terremoto que causó daños en la provincia de Azuay"	"En Cuenca cayó la torre de la iglesia de San Blas, con lo que murieron varias personas."
03/06/1887	"Terremoto con epicentro en la provincia del Azuay"	"El terremoto más importante con epicentro en la provincia del Azuay. Daños severos en varias iglesias y casas de Cuenca y algunos pueblos de Azuay, Cañar y el sur de Chimborazo."
05/09/1893	"Terremoto que afectó poblaciones del Azuay"	"Estragos de alguna consideración en Gima y Girón. Daños moderados en Guaranda. Área macrosísmica muy limitada. Un muerto."
07/01/1901	"Sismo que provoca daños de moderados a graves en poblaciones de Azuay, Guayas y Los Ríos"	En Gima, se desplomaron parcialmente de algunas casas y la iglesia. Daños leves en casas viejas de Guayaquil. En Cuenca estragos de regular magnitud. Un muerto.
23/02/1913	"Terremoto de consideración en el sur del país"	"Terremoto de consideración en el sur del país. Los mayores estragos se produjeron entre Molleturo y Jesús María. Destrucción total de algunas viviendas en poblaciones de Loja, El Oro y Azuay. Daños graves en muchas casas de la misma zona y en poblaciones del Guayas. Grietas en Molleturo y en Jesús María."
27/07/1971	"Terremoto con epicentro en el suroriente del Ecuador"	"Sismo de características muy especiales, ya que fue sentido en una extensa área de Sudamérica, que abarcó desde Caracas por el norte, donde fue sentido por unas pocas personas mientras reposaban, hasta Lima por el sur, donde lo sintieron pocas personas. Sin embargo, los efectos en la zona epicentral no fueron de consideración. Los mayores daños se registraron en la provincia del Azuay. En la parroquia Cullca de Cuenca se destruyó la iglesia."
16/11/2007	"Pequeño terremoto en la zona sur oriental del país"	"Pequeño terremoto que causó daños de poca consideración, pero en un área extensa, entre las provincias de Zamora Chinchipe, Azuay, Morona Santiago y Loja."
16/04/2016	"Fuerte sismo alarma a ciudadanos de Cuenca"	"Cuenca duró alrededor de 50 segundos, uno de los sismos más fuertes que se ha sentido en la ciudad."
24/05/2016	"Fuerte sismo se siente en Cuenca"	"De acuerdo con información del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, el epicentro se registró en la provincia del Azuay a las 11:35 con magnitud de 4.9 y 74.56 km de profundidad."

Tabla 3. Reseña histórica de movimientos telúricos en Cuenca - Ecuador.

Egred, A. (s.f.). Un día como hoy. Instituto Geofísico Nacional - EPN p. 7-121. [Tabla].



1.3 Estado del Arte

Para la aproximación a una metodología que permita la caracterización del patrimonio edificado orientado a estudios sísmicos, se ha investigado sobre estudios locales e internacionales aplicados a casos similares al nuestro. Se han analizado casos desarrollados en: Barcelona, España; Valparaíso, Chile y Cuenca, Ecuador (todas ciudades patrimoniales). Estos han brindado pautas para llevar a cabo una metodología aplicable a nuestra realidad y se los detalla a continuación.

1.3.1. La casa original del ensanche de Barcelona (1860-1864)

El siguiente análisis se basa en la tesis doctoral de Jorge Villa Robert (1990), el cual se realiza en la ciudad de Barcelona en el conjunto de casas proyectadas del Ensanche de la manzana llamada Cerdá. El objetivo de esta investigación es presentar las modificaciones que ha sufrido esta manzana como resultado a intervenciones a sus edificaciones. Así mismo, da a conocer el resultado arquitectónico como consecuencia de las soluciones técnicas, organizativas y formales realizadas en dichas intervenciones. El resultado muestra a las edificaciones con sus nuevas características arquitectónicas que, mediante un estudio sistematizado, permite determinar tipologías con sus respectivas características.

La delimitación de la zona de estudio se basa en un conjunto de edificaciones que iniciaron con la conformación de la manzana de Cerdá. Otro criterio fue trabajar únicamente con viviendas adosadas plurifamiliares y aquellas situadas en banda con respecto a la manzana, debido a que estas

representan al mayor número de edificaciones dentro del área de estudio.

PROCEDIMIENTO

En primera instancia se realiza una recopilación de documentación del archivo Administrativo Municipal de Barcelona. Aquí se obtuvo información de 140 viviendas cuya selección fue mediante un filtro a través del uso de fichas. La información que se obtuvo fue planos y otros datos técnicos necesarios para la investigación. A estas se adjuntaron 35 viviendas que resultaron de una visita en campo al área de estudio, teniendo un total de 175 edificaciones para el estudio. Finalmente, con la filtración de información mediante algunos parámetros fueron 92 edificaciones las que fundamentaron esta investigación.

Para una mejor comprensión el autor ha dividido el trabajo en 5 capítulos, en los que establece parámetros característicos de las tipologías tales como:

1. Perfil dimensional de las viviendas (adosado, plurifamiliar y en banda de la manzana).
2. Dualidad formal que presentan las fachadas con sus parámetros formales y métricos (superficie de la planta, ancho de fachada, profundidad de la casa, superficie total de vivienda).
3. Organización de la planta (ubicación de escaleras y patios, sistema constructivo, sistema de aberturas en fachada y división en unidades de viviendas).

4. Modelo de planta con sus elementos compositivos (acceso central y acceso lateral).

5. Tipificación de espacios y la constancia de sus dimensiones (Relación de frente y fondo, vanos).

Es importante el análisis de estos 5 parámetros ya que en ellos engloba variables a analizar y que permitirán una caracterización arquitectónica según las tipologías, así:

1. PERFIL DIMENSIONAL

- Respecto a la manzana: vivienda en banda o en chaflán (esquinera).
- Respecto a la parcela: la casa aislada, adosada o entre medianeras.
- Respecto a la vivienda: unifamiliar o plurifamiliar.

El propósito de esta clasificación es dar a conocer los cambios generales de las viviendas con respecto a la parcela. Así como la respuesta de los constructores urbanos a zonas en donde se consolidan edificaciones de tipología residencial.

RESULTADOS:

Predomina las viviendas situadas en banda central de la manzana (91%), luego las plurifamiliares (90%) y finalmente las casas adosadas (83%) (Fig. 11).

Estos resultados presentan la indeterminación del tejido urbano debido a la confección del plano parcelario y de la consolidación tipología residencial.

2. CARACTERÍSTICAS MÉTRICAS

- Superficie de la planta.
- Anchura de fachada.
- Profundidad de la casa.
- Superficie de vivienda.

Ya que existen varios valores se optó por agrupar las medidas con los más significativas tomando valores centrales de los intervalos o las de mayor porcentaje.

RESULTADOS:

- Superficie de planta: el 75% del total: 125-325m² (intervalo de 50m²)
- Anchura de fachada: teniendo el 65% del total: 9-17 m (intervalo de 0.50m)
- Profundidad de la casa: el 50% del total: 15-20m (amplitud de 1m)
- Superficie de vivienda: La media del 75%: 123m² (intervalo de 25m²)
- Se tiene como perfil dimensional una de planta rectangular de 250m² de superficie con una fachada de 12 o 13 m cuya profundidad es 19 o 21m (Fig. 12).

3. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA

- Posición de las escaleras: central/lateral.
- Posición de los patios.
- Sistema constructivo.
- Sistema de aberturas en fachada.
- División en unidades de vivienda.
- Crujías: paralelas - perpendiculares a la fachada o ambas.

A partir de estos parámetros se pudo definir tipologías dependiendo de cada elemento.

RESULTADOS

Con respecto a la ubicación de las escaleras, esta se da dependiendo de la circulación y de accesos.

Respecto a los patios, predominan los laterales y centrales. Los laterales se dan debido a servicios domésticos y los centrales están ligados a las escaleras y sirven como referencia de la entrada o vestíbulo, siendo este último representativo y de elemento tradicional.

Referente a las crujías predominan aquellas que son paralelas a la fachada con el 59%. Las perpendiculares representan el 21% y las mixtas el 20%.

Para las unidades de vivienda, la planta con una unidad de vivienda es la representativa, seguida por aquellas de cuatro y dos unidades.

En cuanto a las aberturas de la fachada predominan las de 3 y 4 huecos. Además, se toma relaciones de la dimensión del hueco con respecto al ancho de la fachada.

Se relacionan las características y se hace una agrupación con estos criterios obteniendo un grupo de 2 unidades de vivienda con 4 y 5 huecos y crujías paralelas, el grupo 2 de 1 unidad de vivienda con 3 huecos y crujías independientes.

Agrupación de casas por categorías conjuntas

Adosada unifamiliar en banda	7%	12	
Adosada unifamiliar en chaflán	---	0	
Adosada plurifamiliar en banda	73%	127	
Adosada plurifamiliar en chaflán	11%	20	
Adosada unifamiliar en banda	1%	1	
Adosada unifamiliar en chaflán	3%	5	
Adosada plurifamiliar en banda	3%	6	
Adosada plurifamiliar en chaflán	2%	4	

Figura 11. Muestra la agrupación de casas por categorías conjuntas, en donde predomina la vivienda plurifamiliar en banda.

Villa, J. (1989). La casa original del ensanche de Barcelona. Tesis Doctoral. Barcelona, España, p. 20-25. [Gráfico].

Perfil dimensional de la casa

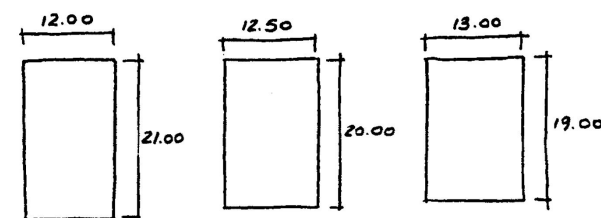


Figura 12. Medidas de un perfil dimensional de la casa.

Villa, J. (1989). La casa original del ensanche de Barcelona. Tesis Doctoral. Barcelona, España, p. 47-54. [Gráfico].



4. MODELO DE PLANTA

Accesos: En este punto se determina la organización espacial de la vivienda en base a los accesos los cuales corresponden a la tipología tradicional de la vivienda. Esto debido a que antiguamente estas tenían un origen artesanal-mercantil y sus variaciones dependían de las transformaciones sociales y de su composición familiar, en donde estas determinaban el fraccionamiento del espacio interior.

RESULTADOS

La casa de acceso lateral es la más representativa debido a la posición lateral de la escalera. Este es el resultado la transformación de la vivienda unifamiliar a plurifamiliar; de la casa artesana-mercantil a la casa de la ciudad industrial.

También se da una nueva categoría por agrupación: el acceso con relación de las escaleras, patios y crujías, ya que el 86% de las viviendas analizadas se organizan interiormente dependiendo de estas variables. También se habla de la forma geométrica de la planta, en donde predomina el rectángulo y casas regulares.

5. ORDENAMIENTO DE ESPACIOS

Sistema de huecos (vanos): El sistema de huecos está ligado con la distribución de las crujías en la que estas componen los espacios interiores de la planta. Se menciona ejes de simetría que presentan las viviendas debido a los huecos de las viviendas con acceso central. También se menciona

el aspecto de las alturas que se relaciona con los huecos para una conclusión general.

RESULTADOS FINALES

Las viviendas que presentan el promedio de huecos a la calle está relacionado con aquellas que poseen un patio interior común en la tipología arquitectónica. La determinación de una vivienda representativa se da de manera más conceptual en la que su fachada posterior está relacionado con la condición de existencia de patio y ligada a características de apertura, domesticidad y expresión constructiva.

CONCLUSIONES

Todos los parámetros mencionados anteriormente permitieron determinar la tipología de edificación que predomina dentro de la manzana de Cerdá. Los resultados de estos parámetros indican que la organización de la planta se define por su geometría y elementos compositivos, siendo esta de forma rectangular y regular dentro de la manzana. Estos elementos hacen referencia al acceso de la planta, espacios vacíos en común, sistema constructivo y división de espacios interiores (determinado por la ubicación de escaleras y patios) que a su vez están relacionados a la distribución de los huecos en fachadas y las crujías en cada edificación. Como resultado se tiene dos tipos de vivienda: una vivienda con número par de huecos de fachada que tiene división longitudinal con un eje de simetría y las restantes de forma asimétrica opuesta en cada crujía debido a su división transversal.

1.3.2. Formularios de encuestas de construcción para las zonas urbanas heterogéneas en zonas sísmicamente peligrosas. Aplicación al centro histórico de Valparaíso, Chile.

La investigación realizada por Jiménez, Pela y Hurtado (2018), en el centro histórico de Valparaíso de la ciudad de Chile, tiene como objetivo definir una metodología para determinar tipologías de edificaciones que permitan recoger información necesaria para una posterior evaluación de su vulnerabilidad sísmica. Los datos recogidos proporcionan la información básica para hacer una caracterización de las tipologías. Estos datos se recopilan mediante encuestas, teniendo claro la importancia de las mismas dentro de los centros históricos ya que es común que sus diseños hayan sido realizados sin que antes existieran los códigos de diseño sísmico modernos.

Sin embargo, el estudio dio a conocer las dificultades que se presentan al momento de acceder a los datos para la categorización, es por ello que se considera hacerlo mediante una construcción taxonómica. Esta consiste en clasificar los diferentes tipos de edificaciones, teniendo en cuenta sus características estructurales, propiedades del material, geometría, edad, tipo de sistema constructivo, etc.

PROCEDIMIENTO

1. ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS

Para iniciar con la investigación se analizan varios métodos que existen en el medio para una correcta categorización. A continuación se mencionan los más destacados:

- Método desarrollado por Benedetti y Pettrini, en donde las fichas obtienen información acerca de la configuración de altura, distancia máxima entre las paredes, el techo, los elementos no estructurales y las condiciones generales de mantenimiento, tipo y organización del sistema de resistencia.

- Estudios basados en el HAZUS Y FEMA (2015) que permiten generar formularios con información sobre el edificio como: su ocupación, tipo de suelo, peligros existentes y tipo de edificio para posteriormente realizar un análisis de curvas de fragilidad.

- Otra metodología es la Vulnus, la cual es aplicada los centros de países de Israel y Rumanía, en la que se basa en un conocimiento preliminar recopilando datos acerca de la evolución histórica, las intervenciones, los daños e identificación de vulnerabilidad en los elementos. Para esto se hace una inspección in situ para la configuración estructural vertical y horizontal sacando resultados estadísticos, tipológicos y de vulnerabilidad.

- El estudio propuesto por Monteiro (2016) describe un catálogo de tipologías de construc-

ción en la ciudad de Nablus, Palestina en donde se identifica el edificio, lo describen, sacan datos estructurales de regularidad y geomorfológicos para después determinar las curvas de fragilidad.

2. METODOLOGÍA APLICADA

En primer lugar se realiza una actividad de pre-campo, después una encuesta en el área de estudio (Fig. 13) y finalmente se tabulan los datos.

La actividad de pre-campo recoge los documentos de los edificios como dibujos, planos, etc; datos significativos: edad, material de construcción, recursos estilísticos, configuración de la fachada, altura de entrepiso, etc.

La actividad in situ comprende una inspección para obtener datos homogéneos y consistentes como tipos estructurales, materiales y detalles. Es importante conocer sus modificaciones, sin embargo aquí surge un primer problema en donde no hay mucha accesibilidad a la información por lo que se usa la taxonomía mencionada anteriormente.

3. ELABORACIÓN DE FICHAS

El paso de formulación de datos se da a través de las fichas para la recopilación de información. A continuación se presenta el modelo de fichas aplicada en la zona de estudio de Valparaíso (Fig. 14); sin embargo solo se muestran los datos que estarán presentes en la investigación, mientras que el resto de fichas se puede ver en el Anexo A2.


Sección 1: Información General	
*ID: _____	
*Dirección: _____	
*Nombre de la calle: _____	
*Número de la calle: _____	
*USO: Residencial <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Médico <input type="checkbox"/> Educación <input type="checkbox"/> Gubernamental <input type="checkbox"/> Turística <input type="checkbox"/> No ocupado <input type="checkbox"/> Mixta <input type="checkbox"/>	*Nota: 
*OCUPANTES: 0-100 <input type="checkbox"/> 10-100 <input type="checkbox"/> >100 <input type="checkbox"/>	
Sección 2: Tipología de la construcción	
*2.1 Número de historias _____	
*2.2 EDAD DE LA CONSTRUCCIÓN	
2.2.1 Año de la construcción _____	
2.2.2 última reforma estructural _____	
2.2.3 Compilación con código sísmico	
Sí, <input type="checkbox"/> Año _____ No <input type="checkbox"/>	
*2.3 SISTEMA ESTRUCTURAL Único <input type="checkbox"/> Híbrido <input type="checkbox"/>	

Figura 13. Formulario de encuesta.
 Jimenez, B. Pela, L. Hurtado, M. (2018). Formularios de encuestas de construcción para las zonas urbanas heterogéneas en zonas sísmicamente peligrosas. Aplicación al centro histórico de Valparaíso, Chile, Revista Internacional de Patrimonio arquitectónico, 3-4, DOI: 10.1080 / 15583058.2018.1503370. [Gráfico].



Materiales Estructurales	Regularidad estructural		Elementos no estructurales
<p>*Fachadas</p> <p>- Fachada principal</p> <p>Mampostería de piedra <input type="checkbox"/></p> <p>Mampostería de ladrillo <input type="checkbox"/></p> <p>RC <input type="checkbox"/></p> <p>Madera <input type="checkbox"/></p> <p>Hierro/acero <input type="checkbox"/></p> <p>Adobe <input type="checkbox"/></p> <p>- Fachadas Laterales</p> <p>Mampostería de piedra <input type="checkbox"/></p> <p>Mampostería de ladrillo <input type="checkbox"/></p> <p>RC <input type="checkbox"/></p> <p>Madera <input type="checkbox"/></p> <p>Hierro/acero <input type="checkbox"/></p> <p>Adobe <input type="checkbox"/></p> <p>*Paredes Internas</p> <p>- Paredes divisorias</p> <p>Mampostería de piedra <input type="checkbox"/></p> <p>Mampostería de ladrillo <input type="checkbox"/></p> <p>RC <input type="checkbox"/></p> <p>Madera <input type="checkbox"/></p> <p>Hierro/acero <input type="checkbox"/></p> <p>Adobe <input type="checkbox"/></p> <p>*Piso y Cubierta</p> <p>- Piso</p> <p>Mampostería de piedra <input type="checkbox"/></p> <p>Mampostería de ladrillo <input type="checkbox"/></p> <p>RC <input type="checkbox"/></p> <p>Madera <input type="checkbox"/></p> <p>Hierro/acero <input type="checkbox"/></p> <p>Adobe <input type="checkbox"/></p> <p>- Cubierta</p> <p>Mampostería de piedra <input type="checkbox"/></p> <p>Mampostería de ladrillo <input type="checkbox"/></p> <p>RC <input type="checkbox"/></p> <p>Madera <input type="checkbox"/></p> <p>Hierro/acero <input type="checkbox"/></p> <p>Adobe <input type="checkbox"/></p>	<p>EN PLANTA</p> <p>*Dimensiones</p> <p>Área <input type="text"/></p> <p>*Posición</p> <p>A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/></p> <p>*Irregularidad en el Plano</p> <p>A <input type="checkbox"/> $B1 > 80$ $B12 > 10$</p> <p>B <input type="checkbox"/> $60 < b1 < 80$ $10 < b2 < 20$</p> <p>C <input type="checkbox"/> $B1 < 60$ $B2 < 20$</p> <p>donde:</p> <p>$B1 = a/1 \times 100$ $B2 = b/1 \times 100$</p>	<p>EN ELEVACIÓN</p> <p>*Dimensiones</p> <p>Alto <input type="text"/></p> <p>Base <input type="text"/></p> <p>Altura media <input type="text"/></p> <p>*Diseño de las Aberturas</p> <p>Distribuidas regularmente A <input type="checkbox"/></p> <p>Distribuidas irregularmente</p>	<p>ELEMENTOS LARGOS Y PESADOS</p> <p><input type="checkbox"/> Protección de ventanas</p> <p><input type="checkbox"/> Balcones</p> <p><input type="checkbox"/> Galerías</p> <p><input type="checkbox"/> Gradas exteriores</p> <p><input type="checkbox"/> Chimeneas</p> <p><input type="checkbox"/> Cornisas</p> <p>ELEMENTOS PEQUEÑOS Y LIVIANOS</p> <p><input type="checkbox"/> Canales</p> <p><input type="checkbox"/> Recubrimiento de fachada</p> <p><input type="checkbox"/> Ornamentos</p> <p><input type="checkbox"/> Carteles</p>
<p>Modernizado/ Alterado: Se describe para cada item si o no. En caso de ser si se describe porque.</p>			

Figura 14. Fichas técnicas propuestas por el grupo de investigación de Valparaíso, en donde se toman los criterios principales para elaborar la ficha del trabajo de investigación. Jimenez, B. Pela, L. Hurtado, M. (2018). Formularios de encuestas de construcción para las zonas urbanas heterogéneas en zonas sísmicamente peligrosas. Aplicación al centro histórico de Valparaíso, Chile, Revista Internacional de Patrimonio arquitectónico, 3-4, DOI: 10.1080 / 15583058.2018.1503370. [Gráfico].



4. ACTIVIDADES POST- CAMPO

Se procede a tomar los datos recogidos y subirlos a una base de datos SIG (Fig. 15) para evaluar el estado actual de la zona de estudio, generando mapas útiles para futuros análisis de vulnerabilidad sísmica.

5. FORMULACIÓN DE DATOS

Como datos de la información general del Centro Histórico de Valparaíso se tuvo que el 45% son de uso residencial, 27% turismo, gubernamentales, educativas o uso mixto. En cuanto a la ocupación: 11% para 10 ocupantes, el 63% 10 y 100 ocupantes y 26% más de 100 ocupantes.

En cuanto a tipología el 76% de edificios son de patrimonio históricos construidos con el diseño sísmico de Chile y el 34% con normas sísmicas actuales; el 41% son de estructura de madera, 31% de mampostería, 24% RC y solo el 4% son mixtos hierro RC.

RESULTADOS FINALES

El 64% representa a viviendas de mampostería no reforzada con madera semi rígidos que tienen una configuración estructural de buena calidad y conservación. El 18% son tipologías reforzados y confinados bien conectados con un sistema rígido. El 81% son edificios RC de soporte de carga de buena calidad. El 19% corresponde a edificios antiguos de RC de baja calidad que son los tipos más vulnerables. Los de hierro RC son potencialmente vulnerables con estructuras de entramado

de madera. Se presentan 16% con formas irregulares.

También se ha determinado que el 92% de viviendas presentan una planta regular y aberturas de la fachada distribuidas regularmente (Fig. 16). Todos estos asentados en su mayoría sobre terrenos planos.

CONCLUSIONES

La investigación ha planteado un método que permita tener datos necesarios para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica, como aspectos estructurales, regularidad, condición actual de conservación y daños, sin embargo surgieron problemas como el acceso restringido que se tiene al momento de querer acceder a la información, por lo que se plantea un análisis in situ. Hay aspectos que tampoco se pudieron determinar, por lo que se realizó una construcción taxonómica basada en investigaciones con características similares, para extrapolar datos. Se determinó que los edificios del centro histórico de Valparaíso presenta soluciones antisísmicas por su sistema de resistencia debido a su morfología regular y también gracias a que la zona de estudio está en la condición de Patrimonio Mundial y Protegido por la UNESCO desde 2003.

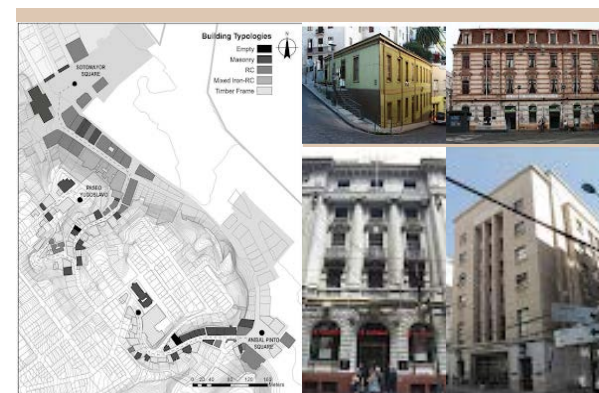


Figura 15. Cartografía SIG de las tipologías estructurales.

Jimenez, B. Pela, L. Hurtado, M. (2018). Formularios de encuestas de construcción para las zonas urbanas heterogéneas en zonas sísmicamente peligrosas. Aplicación al centro histórico de Valparaíso, Chile, Revista Internacional de Patrimonio arquitectónico, 3-4. [Gráfico].

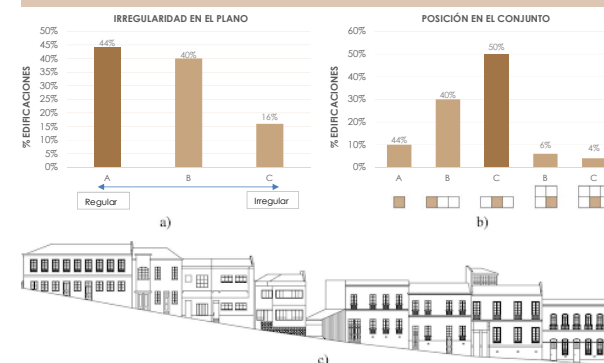


Figura 16. Edificios irregularidad y fachadas de edificios a lo largo de la calle Urriola.

Jimenez, B. Pela, L. Hurtado, M. (2018). Formularios de encuestas de construcción para las zonas urbanas heterogéneas en zonas sísmicamente peligrosas. Aplicación al centro histórico de Valparaíso, Chile, Revista Internacional de Patrimonio arquitectónico, 3-4. [Gráfico].



1.3.3. Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Cuenca mediante técnicas de simulación.

El tercer caso analizado se basa en el estudio de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de Cuenca (Jiménez, 2002); en la que se categorizó las edificaciones y se evaluó su daño estructural. La tesis trabajó sobre dos tipologías de edificaciones existentes: Mampostería no reforzada (MNR) y Hormigón armado (HA) ya que eran las dos tipologías que predominaban en Cuenca (Fig. 17), para ello se utilizó una metodología basada en un método italiano de índice de vulnerabilidad. También se determinó el daño global mediante un modelo estructural, analizando valores de deterioro en las que se aplicó el modelo de Abrams para las de MNR y el modelo pushover en SAP2000 para HA.

PROCEDIMIENTO

Se establecieron tipologías generales de edificaciones de MNR y HA para poder analizar sus características de manera específica y determinar posteriormente los índices de vulnerabilidad. Para esto se prepararon formularios de inspección para recopilar la información necesaria en relación a los criterios de vulnerabilidad. Esto se dio gracias a fuentes de información como base de datos, fuentes documentales, encuestas, entrevistas, trabajo de campo y llenado de fichas.

Se elaboró una ficha previa para la recopilación de datos, en las que se tuvo información como: ubicación de predio, número de pisos (Fig. 18), uso del predio, año de construcción, material de

paredes, espesor de paredes, material de elementos estructurales, material de entepiso, material de la cubierta, pendiente del terreno de emplazamiento, alturas de entepiso. Posterior a esto, los pasos realizados fueron:

1. Ingreso de información: Se realizó a través de la base de datos ACCESS, herramienta útil para determinar de manera más global las características.
2. Elaboración de cartografías: Fue necesario elaborar mapas de vulnerabilidad en los cuales se permite analizar las zonas de riesgo.
3. Aplicación de la metodología de índice de vulnerabilidad: consiste en atribuir un valor numérico a cada edificio y determinan el daño que pueden sufrir las edificaciones antes eventos sísmicos.

APLICACIÓN

El procedimiento se aplicó tanto para edificaciones de MNR como para HA, en las cuales se analizaron 120 edificaciones para ambas tipologías. Esta se determinó mediante criterios y calificaciones (A: bueno hasta D: malo) en relación a la calidad de cada característica; estos criterios fueron:

1. El grado de ligazón que hace referencia al tipo y de que manera está organizado el sistema resistente (conexión de las paredes en sus encuentros, aberturas en las paredes, el área de las columnas, la esbeltez y la resistencia al cortante de las paredes).
2. Calidad del sistema resistente (mampostería

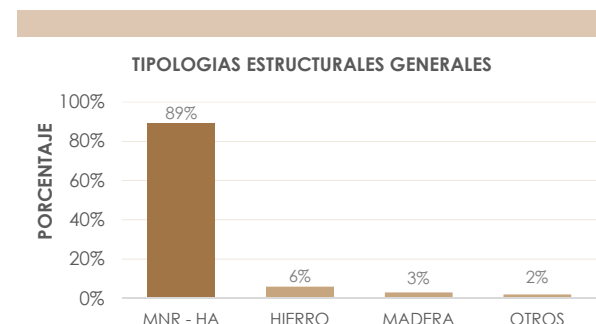


Figura 17. Tipologías estructurales generales en la ciudad de Cuenca.

Jimenez, J. (2002). Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Cuenca mediante técnicas de simulación. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador, p. 17-18. [Gráfico].

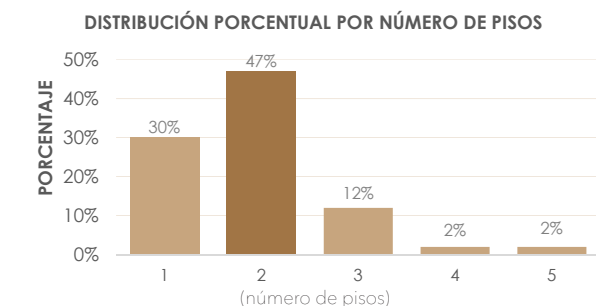


Figura 18. Distribución porcentual por número de pisos de las edificaciones de la ciudad de Cuenca.

Jimenez, J. (2002). Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Cuenca mediante técnicas de simulación. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador, p. 17-18. [Gráfico].

utilizada y la regularidad de las propiedades de la pared).

3. Resistencia convencional (resistencia de un edificio ante cargas horizontales).

4. Influencia del terreno (tipo de suelo, pendiente y diferencia de cotas de cimentación).

5. Entrepisos (deformabilidad en el plano, conexión entre sistema de piso y paredes y existencia o no de planos a desnivel).

6. Configuración en planta (simetría en planta, dimensiones, relación entre frente y fondo).

7. Configuración en elevación (área del último piso y área en planta baja).

8. Espacios de muro a muro.

9. Tipo de cubierta (material y peso).

10. Elementos no estructurales (cornisas, parapetos, balcones o cualquier elemento que en un terremoto su caída cause accidentes).

11. Estado de paredes (conservación, grado de agrietamiento y condiciones físicas).

RESULTADOS

- El método del índice de vulnerabilidad, al ser un modelo de técnica refinada de categorización de edificaciones, ayuda a determinar la evaluación de su daño estructural ante demandas

sísmicas (Fig. 19 y 20). En el estudio se ha logrado determinar que las edificaciones de MNR de 3 pisos que posee entrepiso rígido losas tienen un modelo de eje de corte, es decir que si un piso colapsa toda la edificación colapsa.

- Las edificaciones de MNR con materiales tradicionales tienen daños severos ante sismos.

- Los edificios con tipología de losa plana resultan más afectados que los aporricados siendo grave ya que predominan alrededor del 95%.

CONCLUSIONES

El análisis de la vulnerabilidad planteada es de gran utilidad para futuros eventos que susciten en la ciudad. En cuanto a la categorización de edificaciones es necesario destacar los parámetros que se han podido determinar gracias a la información recopilada. Teniendo de esta manera criterios útiles para aplicarlos posteriormente en una categorización más profunda. Además, si la información obtenida es bien manejada se pueden conseguir resultados reactualizables.

Como se ha determinado la evaluación de daño tanto en MNR como en HA se pretende fomentar un reforzamiento de la mampostería o procurar confinamiento en las paredes de MNR.

Se ha determinado que el centro histórico es una zona de vulnerabilidad crítica, en donde se necesita un mayor análisis que permitan determinar mecanismos que permitan salvaguardar su integridad.

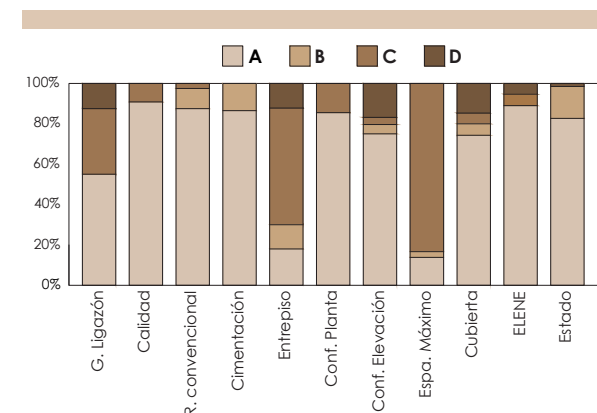


Figura 19. Resumen de calificaciones de los ítems de vulnerabilidad de los Estudios de Vulnerabilidad de las Edificaciones de MNR, Cuenca, Ecuador.

Jimenez, J. (2002). Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Cuenca mediante técnicas de simulación. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador, p. 75-76. [Gráfico].

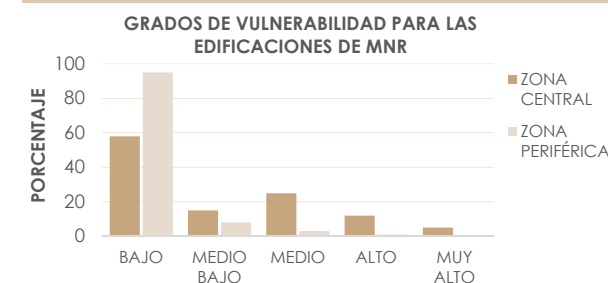


Figura 20. Resultados de grados de vulnerabilidad para las edificaciones de MNR, Cuenca.

Jimenez, J. (2002). Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Cuenca mediante técnicas de simulación. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador, p. 75-78. [Gráfico].

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA





INTRODUCCIÓN

La selección de una metodología para la caracterización del patrimonio edificado ha sido fundamental en la presente investigación. No todas las metodologías se adaptan a nuestra realidad, ya que varios criterios requieren mayor tiempo y empleo de recursos (Bustamante y Mejía, 2015). En una primera aproximación se establece la selección de aspectos claves sacados del estudio de los tres casos mencionados en el estado del arte. Estos sirven de base para la propuesta de una metodología que nos permitan caracterizar las viviendas del centro histórico y determinar su vulnerabilidad sísmica. En la segunda fase se analiza el área de estudio y su delimitación ya que es necesario un reconocimiento rápido del centro histórico para reconocer sus tipologías predominantes. Se prosigue con la elaboración de fichas en la que se detallan todos los criterios tomados de los respectivos análisis y aquellos criterios que se fueron adaptando conforme avanzaba la investigación. Una vez realizada la ficha se procede con el traspaso de datos desde la información recolectada (planos arquitectónicos) a estas. Una vez tabulada esta información, se analiza los resultados en los cuales se determina las tipologías predominantes en el área de estudio. Con la determinación de dos viviendas como caso de estudio se procede mediante un software a modelar sus componentes estructurales y arquitectónicos para finalmente determinar y analizar su comportamiento ante cargas sísmicas.



2.1. Criterios de Análisis

El análisis de las tres investigaciones mencionadas en el capítulo anterior, permiten implementar una metodología para la caracterización del patrimonio edificado ya que estas han sido aplicadas a casos de estudio similares al nuestro.

Los criterios tomados de estas investigaciones han sido seleccionados acorde a la necesidad de englobar en su totalidad la información necesaria para esta investigación. Estos criterios responden a información arquitectónica, mecánica y estructural que permitan su caracterización y posterior análisis de su comportamiento sísmico.

1. La casa original del ensanche de Barcelona (1860-1864).

El estudio realizado en la ciudad de Barcelona, aplicado a su centro histórico responde a la necesidad de determinar sus características arquitectónicas luego de una intervención. Considerando que nuestra área de estudio ha sufrido una serie de intervenciones que han modificado su tipología inicial, se han seleccionado algunos criterios de caracterización arquitectónica que pueden ser utilizados en nuestra investigación. Estos son:

- Ubicación de la edificación: Respecto a la manzana, Respecto a la parcela.
- Medidas generales: Superficie de la planta, Ancho de fachada, Profundidad de la casa.

- Ubicación de elementos o espacios: Posición de las escaleras, de los patios y accesos.

- Criterios: Sistema de huecos de fachada y medida de alturas de entrepiso.

2. Formularios de encuestas para las zonas urbanas heterogéneas en zonas sísmicamente peligrosas. Aplicación al centro histórico de Valparaíso, Chile.

La aplicación de formularios para la recolección de información en el centro histórico de Valparaíso tienen como fin la evaluación de su vulnerabilidad sísmica. Aquí se utilizan criterios generales, además de arquitectónicos y estructurales que permiten complementar la información señalada del estudio de la manzana Cerdá en Barcelona. Estos son:

- Información general: nombre de calle, uso.
- Tipología de la edificación: año de construcción e intervención, material de las paredes externas e internas, material de los pisos.
- Elementos no estructurales: protección de ventanas, balcones, galerías, gradas exteriores y cornisas.
- Relación de frente y fondo, área en planta baja, posición en la manzana, tipo de suelo.

3. Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Cuenca mediante técnicas de simulación.

El autor propone analizar las características tipológicas de la edificación mediante el uso de formularios de inspección que permitan recolectar información necesaria para determinar su vulnerabilidad sísmica considerando aspectos morfológicos de su estructura así como aspectos de conformación arquitectónica en planta y fachada. Estos son:

- Aberturas de paredes.
- Regularidad de la planta y paredes.
- Unidad de mampostería: dimensiones.
- Tipo de suelo.
- Entrepiso: material elementos.
- Relación de frente y fondo de la planta, dimensiones.
- Tipo de cubierta.
- Elementos no estructurales: cornisas, balcones.
- Calidad de paredes y su estado de conservación.

2.2. Área de Estudio.

Luego del reconocimiento como Patrimonio Cultural del Estado en el año de 1982 y posterior declaración como Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en el año de 1999, la ordenanza para la gestión y conservación de las áreas históricas y patrimoniales del cantón Cuenca en su capítulo 1 reconoce como áreas históricas a:

1. El Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca que contempla el Área Declarada como Patrimonio Cultural del Estado en el año de 1982 y posteriormente Declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad en el año de 1999, que está constituida por el Área de Primer Orden, Área de Respeto, Área Arqueológica y Zonas Especiales, que comprenden los cordones de preservación de las calles Rafael María Arízaga, Las Herrerías y Av. Loja, así como las áreas que se incorporan al Centro Histórico a través de la presente Ordenanza;

2. "El Ejido" como Área de Influencia y Zona Tampón del Centro Histórico;

3. Los sitios del Cantón Cuenca declarados como Patrimonio Cultural del Estado;

4. Las zonas, sitios, sectores, calles, edificios, elementos urbanos, naturales, paisajísticos y detalles arquitectónicos del área urbana y rural del cantón Cuenca, de carácter público o privado, que por sus características y valor sean declarados como Patrimonio Cultural del Cantón por el

I. Concejo Cantonal (Fig. 21) (Ordenanza para la gestión y conservación de las áreas históricas y patrimoniales del cantón cuenca, 2010).

El área del centro histórico de Cuenca, conformado por el área de primer orden, área de respeto, área arqueológica y zonas especiales del año de 1982 cubre una superficie de 342.50Ha que representa el 4.64% del límite urbano de la ciudad. Este a su vez comprende un total de 9925 predios y 91 espacios públicos (parques, plazoletas, márgenes de protección de ríos, medianas, redondeles, espacios residuales) (Plan Especial del Centro Histórico de Cuenca, 2010).

Al igual que el resto de la ciudad, la asignación de determinantes de uso y ocupación del suelo, ha dividido el centro histórico en sectores de planeamiento que presentan criterios de homogeneidad.

Estos criterios marcan la determinación de algunos de los sectores del centro histórico como sectores para un posible estudio de caracterización de su patrimonio edificado. La selección de estos sectores depende de la accesibilidad a información de sus predios que permitan realizar un estudio de sus características arquitectónicas, estructurales y mecánicas.

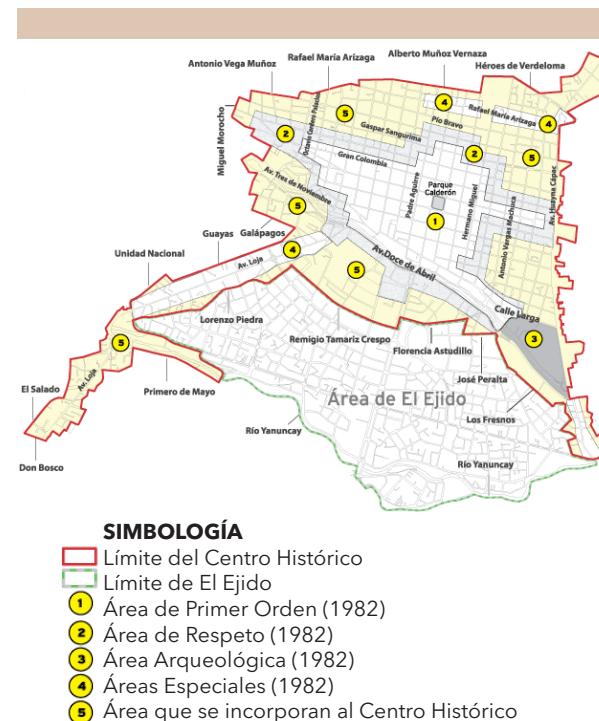


Figura 21. Centro Histórico de Cuenca con sus límites y áreas. El tiempo. (2010). Zonas de cuidado patrimonial se expandieron. [Gráfico] Adaptado de <https://www.eltiempo.com.ec/noticias/cuenca/2/zonas-de-cuidado-patrimonial-se-expandieron>.

2.2.1. Delimitación del área de Estudio.

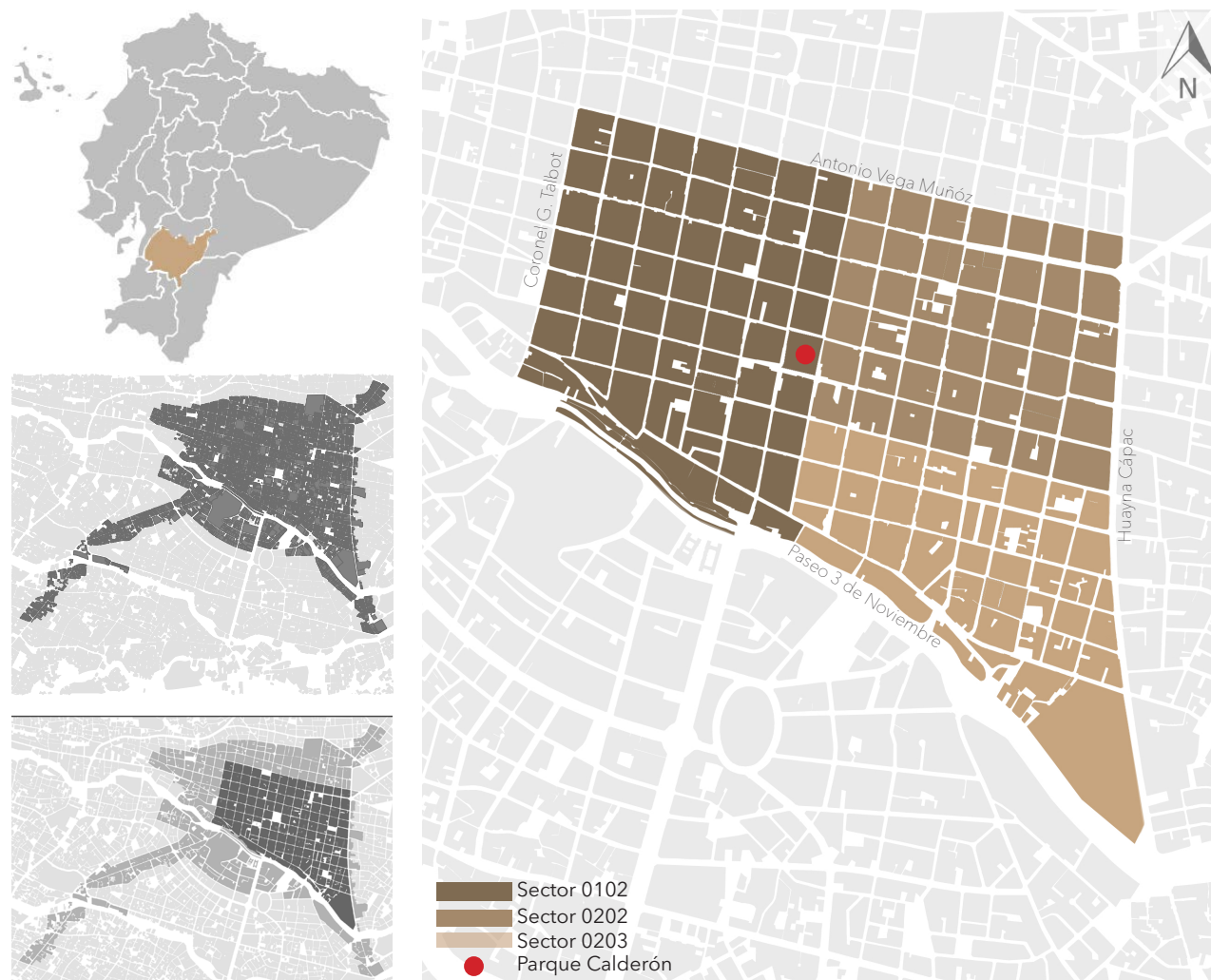


Figura 22. Mapa de sectores a estudiar dentro del área de estudio.
Fuente: Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales de Cuenca.
Elaborado: Grupo de Tesis.

La determinación del área de estudio resulta del análisis de sectores de planeamiento en donde se encuentren tipologías de edificaciones que sean representativas del centro histórico.

Paralelo al trabajo de titulación, dentro del proyecto CINA, en la Universidad de Cuenca, se desarrolla el estudio de vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Cuenca. Este proyecto de investigación dentro del CHC, ha determinado tres sectores de planeamiento como representativos (Jiménez, 2002). Estos son: sector 0102, 0202 y 0203 (Fig. 22) los cuales se encuentran en las zona de primer orden (sector 0102) y en la zona de respeto (sector 0202 - 0203) que a su vez conforman las parroquias El Sagrario, Gil Ramírez Dávalos y parte de San Blas, por lo que estos son sectores estratégicos en donde se encuentran tipologías de edificaciones que poseen características representativas del área de estudio.

Debido a la cantidad de edificaciones presentes en el área de estudio, inicialmente se optó por recopilar y analizar información del sector 0102, que presenta edificaciones con un mayor valor patrimonial. Sin embargo, al acceder a la información brindada por la DAHP, eran pocos los predios que contaban con información necesaria para la caracterización de sus edificaciones. Por lo tanto, se optó por aumentar el área de estudio e incluir los sectores 0202-0203 y así tener una cantidad significativa de edificaciones cuya información permita realizar su caracterización.

Es así que se han seleccionado los sectores de planeamiento 0102, 0202 y 0203 como sectores de estudio para esta investigación.

De esta manera, el área de estudio se encuentra delimitada por:

Al norte por la calle Antonio Vega Muñoz,
Al Este con la Av. Huayna Cápac,
Al Sur con la calle 3 de noviembre,
Al Oeste con la coronel Guillermo Talbot.

Algunas de estas calles son hitos representativos de la historia de la ciudad, como lo es la calle Antonio Vega Muñoz denominada la Calle del Arrabal, que en 1930 tomó el nombre de Junín en honor a uno de los lugares de la libertad americana, para después ocupar el nombre actual debido al defensor de las libertades el caudillo cuencano en 1961 (Cuenca Ilustre, 2014).

La arquitectura de estas zonas se caracteriza por viviendas vernáculas que datan de la época de la colonia, estilos neoclásicos de la época republicana y expresiones contemporáneas (Mejía, 2015).

Aquí también se encuentran algunos de los barrios más representativos de la historia de desarrollo de Cuenca como:

- El Vado,
- Todos Santos,
- El Padrón,

- San Blas,
- La Merced,
- La Zuelería,
- María Auxiliadora,
- San Sebastián,
- Santo Domingo,
- Nueve de Octubre.

Si bien todo el Centro histórico presenta hitos de gran importancia para la ciudad o elementos que lo hacen formar parte del patrimonio, cabe destacar que dentro del sector 0102 se encuentra quizá el hito mas representativo de la ciudad: la plaza central, en donde se encuentra frente a frente con la catedral nueva o de la inmaculada Concepción a gran escala y la más antigua la catedral vieja, además que alrededor de esta plaza se dan los 3 poderes de la sociedad: el político representada por la municipalidad y la gobernación, el religiosos que se ha mostrado con las dos catedrales y el judicial en el sólido edificio neoclásico de la región (Vidal, 2012).

No hay que dejar a lado a los sectores 0202 y 0203, los cuales poseen sitios turísticos atractivos de la ciudad y que representan la historia de la misma tales como iglesias y plazas que son generadoras de comercio y cultura de la sociedad cuencana.

2.2.2 Aspectos característicos de la zona

Dentro del área de estudio se han determinado aspectos característicos de las tipologías necesarias para realizar la investigación tales como el número de pisos y vulnerabilidad de la zona, esta información ha sido proporcionada por la Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales de Cuenca y por la Red sísmica del austro, respectivamente.

El análisis de estas características permite tener un indicio sobre la altura de las edificaciones y su vulnerabilidad dentro del área de estudio. Estos parámetros se relacionan debido a que como se detalla más adelante, las edificaciones monumentales (de mayor altura) presentan un mayor grado de vulnerabilidad que las edificaciones que presentan una altura inferior.

Para esta investigación se ha seleccionado a las edificaciones de baja altura como objeto de estudio, debido a que representan al mayor número de edificaciones que conforman el CHC; además de que estas presentan una mayor homogeneidad entre sí lo cual facilita su caracterización, mientras que las edificaciones monumentales poseen atributos cuya caracterización es mas compleja.

A continuación se representa mediante mapas, la presencia de estas características dentro del área de estudio.



1. Número de pisos

El número de pisos es el parámetro categorizador más relevante demostrado en proyectos como HAZUS (Kircher et al., 2006) y RISK-UE (Milutinovic & Trendafiloski, 2003) ya que este influye en el comportamiento sísmico de las edificaciones.

El Centro Histórico de Cuenca presenta edificaciones cuya altura generalmente depende de su número de plantas. Dentro del área de estudio tenemos edificaciones de una, dos, tres y superiores a 3 plantas (Fig. 23), teniendo:

- 11.31% de una planta
- 43.73% de dos plantas,
- 28.53% de tres plantas y
- 16.43% de viviendas que superan las tres plantas llegando hasta los 12 pisos de altura.

Estos datos fundamentan el predominio de las edificaciones de baja altura en el CHC. Sin embargo, considerando que los atributos característicos y conformadores de una edificación puede variar dependiendo de su número de pisos, se ha seleccionado a las edificaciones de dos plantas como objeto de estudio, debido a que estas representan un mayor porcentaje de las edificaciones de baja altura dentro del área de estudio.

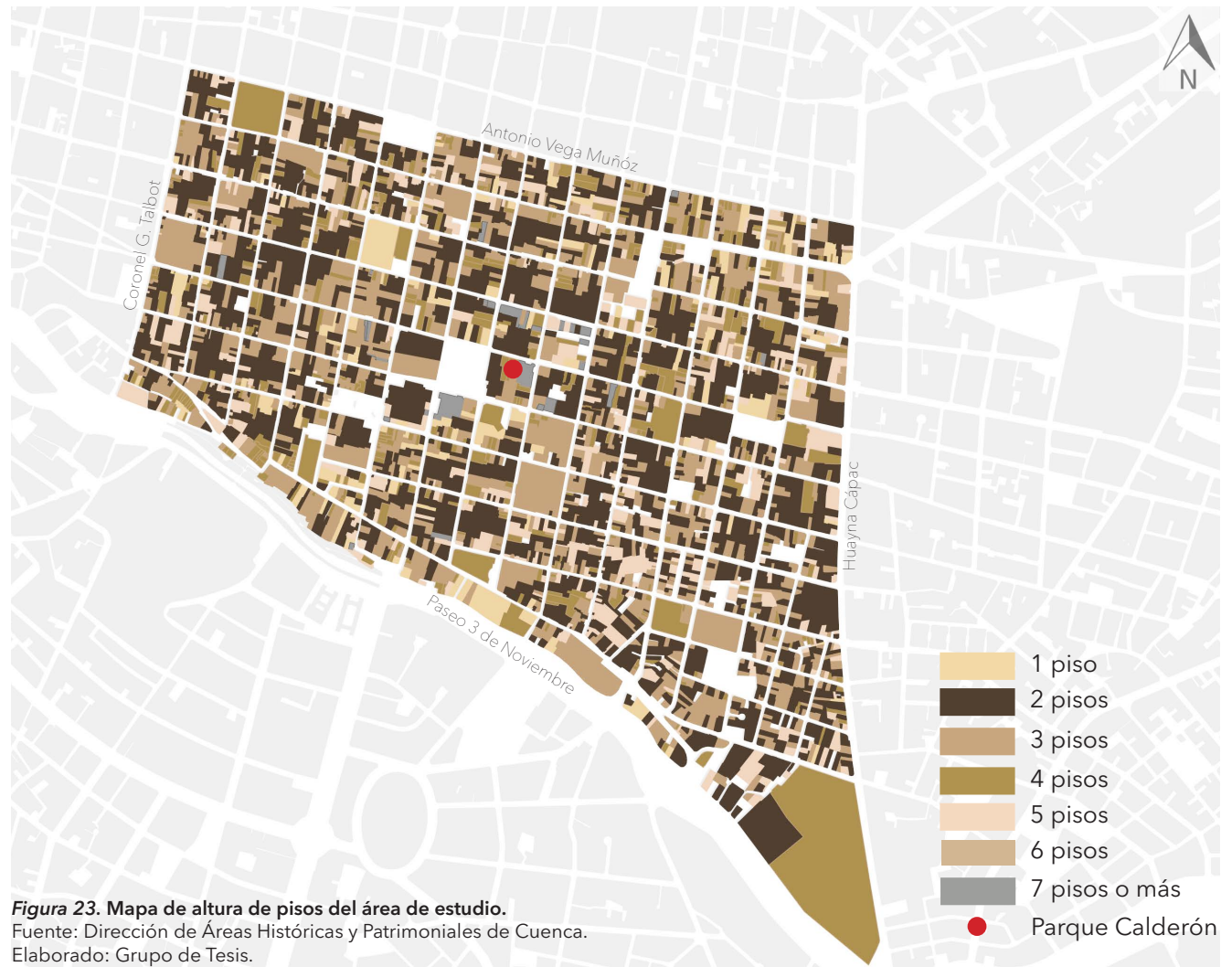


Figura 23. Mapa de altura de pisos del área de estudio.

Fuente: Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales de Cuenca.

Elaborado: Grupo de Tesis.

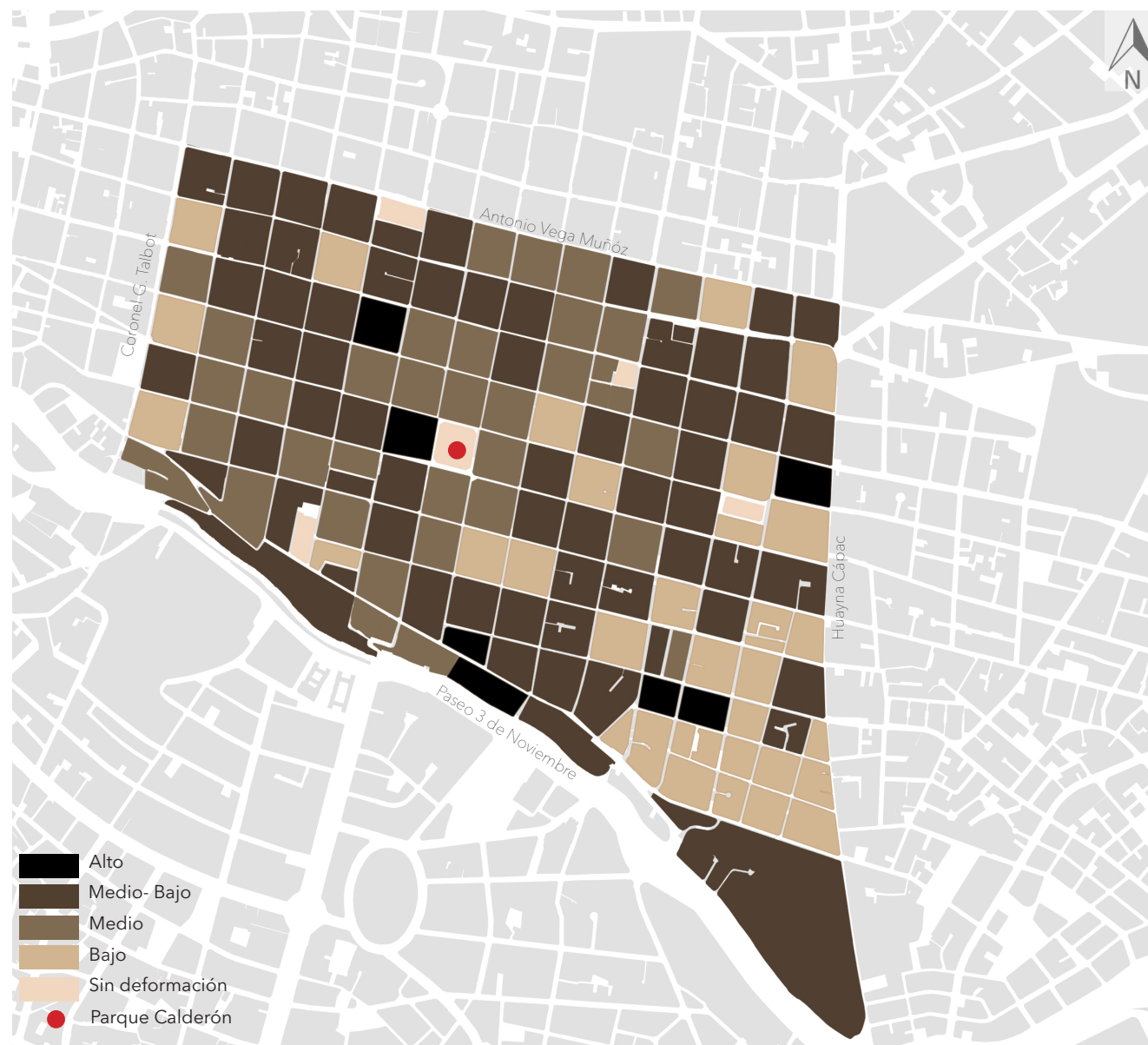


Figura 24. Mapa de vulnerabilidad sísmica del área de estudio.
Fuente: Red Sísmica del Austro
Elaborado: Grupo de Tesis.

2. Vulnerabilidad.

La Red sísmica del Austro posee un registro que permite conocer de manera global el estado de vulnerabilidad que presenta el área de estudio. Este mapa presenta a los bloques de manzana que conforman el CHC, el cual posee diferentes grados de vulnerabilidad (Fig. 24). De esta manera, para nuestros sectores de estudio tenemos que el 4.83% de manzanas presentan un alto grado de vulnerabilidad, las cuales corresponden a aquellas en donde se encuentran edificaciones monumentales de carácter religioso como la catedral de la Inmaculada Concepción, la iglesia de Santo Domingo y de San Blas. Seguido tenemos a las manzanas que presentan un registro de medio y medio bajo grado de vulnerabilidad, con un 24.14% y 44.82% respectivamente. Estas se encuentran distribuidas por toda el área de estudio, teniendo mayor presencia en la parte central del CHC, así como en la zona Arqueológica Pumapungo y el barranco. Finalmente tenemos aquellas manzanas que presentan un bajo grado de vulnerabilidad, las cuales representan el 22.76% y se encuentran en mayor número en la parte sur oriental del área de estudio, comprendiendo el sector 0203 que se consolidó años posteriores al resto del área del CHC.

Estos datos permiten tener un conocimiento general del estado de vulnerabilidad que presenta el área de estudio, en donde alrededor del 74% de su área presenta algún grado de vulnerabilidad; además, fundamentan la importancia de analizar el comportamiento sísmico de esta área y así desarrollar estrategias que ayuden a salvaguardar su integridad.



2.3. Ficha de Caracterización

2.3.1 Elaboración de la ficha

Este proceso forma parte de la metodología adoptada a centros históricos. Es la actividad de pre campo, la cual nos permite realizar formularios que contengan los criterios necesarios para su posterior determinación de categorización y vulnerabilidad, mediante la definición de tipologías predominantes del centro histórico, es decir se agrupan las características para identificarlas claramente.

Además se ha realizado un acercamiento preliminar a información de la zona de estudio la cual nos permite tener datos relacionados con la evolución histórica de los edificios, intervenciones, valor e identificación de zonas vulnerables.

2.3.2 Estructura de la ficha

La estructura de la ficha ha tomado varios parámetros para ser elaborada:

1. Caracterización preliminar y lineamientos generales del patrimonio edificado CHC:

El trabajo de titulación forma parte del proyecto de estudio llamado "Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de baja altura en Cuenca" que se desarrolla en la ciudad de Cuenca, en el área de investigación de la facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca (CINA), en conjunto con la escuela de ingeniería Civil de la facultad de ingeniería, por lo cual esta investigación establece dos parámetros para filtrar la información:

El primer apartado de los estudios de vulnera-

bilidad sísmica a escala territorial es la caracterización del patrimonio edificado que establece tipologías generales: Mampostería no reforzada (MNR), Mampostería de ladrillo con vigas de atado perimetral (VAP) y Mampostería de ladrillo confinada (MC) (Fig. 25) (Jiménez et al., 2018.)

En segundo lugar se define sub tipologías en la que se elaboran tablas porcentuales del número de piso en la que predomina viviendas de 2 plantas.

En tercer lugar se toma en cuenta el área en planta baja en el que se establecen rangos de áreas siendo para adobe pequeño de 40-140m², para adobe mediano 140-240m² y para adobe grande 240-400m²; en el caso de mampostería para ladrillo pequeño de 40-120m², para ladrillo mediano 120-200m² y para ladrillo grande de 200-300m² (Fig. 26).

Nomenclatura:

MNR-A: Mampostería no reforzada de adobe
MNR-L: Mampostería no reforzada de ladrillo
ML-VA: Mampostería de ladrillo con vigas de atado
ML-C: Mampostería de ladrillo confinado

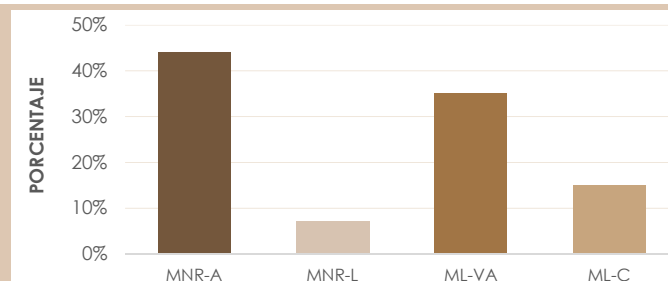


Figura 25. Tipologías de edificaciones de MNR en el CHC.

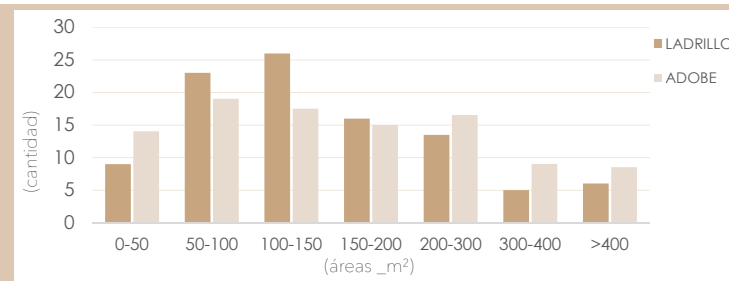


Figura 26. Cuadro de áreas de paredes de adobe y ladrillo.

Figura 25 y 26. Jiménez, J. Cabrera, J. Sánchez, J. Avilés, F. (2018). Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado del Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca: Lineamientos generales y avances del proyecto, 65-67. MASKANA, Vol. 9, No. 1, 59-78, doi: 10.18537/mskn.09.01.07. [Gráfico].

En cuanto a lineamientos para la caracterización tipológica y cumpliendo con uno de los principales objetivos del trabajo de titulación que es categorizar las tipologías predominantes de edificaciones del Centro Histórico de Cuenca en base a su variabilidad geométrica, arquitectónica y mecánica (Fig. 27) por lo que es necesario que la ficha de caracterización contenga esta información:

VARIABILIDAD GEOMÉTRICA:

Número de plantas, área de plantas, relaciones de aspecto, espesor de paredes y alturas de entrepiso.

VARIABILIDAD ARQUITECTÓNICA:

Distribución de paredes en planta referida a ubicación de accesos, patios, escaleras, traspacios y crujías en relación a la fachada frontal, alineación y continuidad. Patrón de abertura en paredes y porcentaje de aberturas de la fachada.

VARIABILIDAD MECÁNICA:

Calidad de paredes, rigidez en el plano del sistema de piso y densidad de paredes.

2. Para elaborar la ficha también se ha tenido en cuenta el modelo matemático que se va a usar el cual requiere datos para las tipologías selec-

cionadas que incluyen: planos con dimensiones generales, elevaciones con sus correspondientes medidas, espesor de paredes, alturas de entrepiso.

3. Otro aspecto que se ha tomado para la elaboración de la ficha son los criterios analizados y extraídos del estado del arte mencionados en el primer punto del procedimiento de la metodología.

4. Finalmente los datos adicionales que existen en la ficha que no pertenecen a los criterios antes mencionados fueron proporcionados por la información que indica el instructivo de fichas de registro e inventario de bienes inmuebles INPC (Fig. 28) en la que nos da una serie de normativas y directrices a seguir.

De esta manera, bajo los lineamientos establecidos se permite la elaboración de la ficha de mejor manera. Sin embargo, existen parámetros que se describen en el estado del arte, los cuales no han podido sacarse datos individuales por lo que se proporciona información general acerca de estas características dentro de las edificaciones como son: calidad de paredes y tipo de suelo.

Tipo	Parámetro	Tipo analítico
geométrico	área de planta	categorizador-generador
	número de plantas	categorizador principal
	relación de aspecto	categorizador secundario
	espesor de paredes	categorizador secundario
	alturas de entrepiso	constante
mecánico	calidad de paredes	categorizador principal
	condiciones de restricción en paredes	constante
	rigidez del sistema de piso	constante
arquitectónico	distribución de paredes en planta	caso típico
	patrón de aberturas en paredes	caso típico
	tipo de cubierta	caso típico
	presencia de patios interiores	binario: sí/no

Figura 27. Parámetros de estudio a nivel de tipología.

Jiménez, J. Cabrera, J. Sánchez, J. Avilés, F. (2018). Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado del Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca: Lineamientos generales y avances del proyecto, 65-67. MASKANA, Vol. 9, No. 1, 59-78. [Gráfico].



GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR				INPC	
INSTITUTO NACIONAL DE PATRIMONIO CULTURAL				CÓDIGO	
DIRECCIÓN DE INVENTARIO PATRIMONIAL				BI-04-01-02-000-000005	
BIENES CULTURALES INMUEBLES					
FICHA DE REGISTRO					
1. DATOS DE IDENTIFICACIÓN					
Denominación del inmueble: TEATRO LEMARIE					
Clave catastral:				Registro No.: 1 de 1	
2. DATOS DE LOCALIZACIÓN				3. RÉGIMEN DE PROPIEDAD	
Provincia:	Cantón:	Ciudad:	Público:	Original:	
CARCHI	TULCÁN	TULCÁN	Estatul	CULTURAL	
Parroquia:	Calle principal: 10 DE AGOSTO	No.339			
TULCÁN	Intersección: BOLIVAR	Mz.	Privado	Actual:	
Urbana	<input checked="" type="checkbox"/> Recinto:	Comunidad:	Particular	<input checked="" type="checkbox"/>	ABANDONADO
Rural:	<input type="checkbox"/> Sitio:	Otros:	Religioso	<input type="checkbox"/>	
Coordenadas WGS84 Z17S : X (Este) 197329 Y (Norte) 1009719 Z (Altitud) 2914					
5. PLANTA ESQUEMÁTICA				6. UBICACIÓN	
 <p>PLANTA BAÑA Y TOILETAS</p>				 <p>INMUEBLE INVENTARIADO</p>	
Área construida: 630 m2		Área del terreno: 315 m2			

Figura 28. Instructivo para fichas de registro e inventario.

INPC (2011). Instructivo para fichas de registro e inventario Bienes inmuebles. [Gráfico] Adaptado de: <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/091-GC2011-INSTRUCTIVO002.pdf>

2.3.3 Instructivo para la ficha de caracterización.

1. Información General.

En esta sección se tiene los datos generales de la edificación y el id que registra el número de fichas llenadas, de lo más relevante al llenar el tipo de intervención, no todos los predios poseían esta información por lo que se revisó en los archivos descargados si existían planos con el estado anterior y el estado actual para ver las modificaciones y de esta manera comparar con el Art. 14 de la Ordenanza para la Gestión y conservación de las áreas Históricas y patrimoniales del Cantón, la cual nos indica los tipos de intervención en las edificaciones y espacios públicos.

También se ha elaborado el segmento de observaciones necesaria para complementar la descripción o cualquier dato adicional que no está especificada en ningún campo o que puede ser información relevante para la identificación de la edificación.

01 INFORMACIÓN GENERAL



Figura 29. Ubicación de la edificación de MNR. Propio



Figura 30. Fachada frontal de la edificación Borrero. Propio

FICHA TÉCNICA DE CARACTERIZACIÓN

ID:

REALIZADO POR:

Grupo de Tesis

FECHA:

CLAVE CATASTRAL:

DIRECCIÓN:

AÑO DE EDIFICACIÓN:

AÑO DE INTERVENCIÓN:

DETALLES DE USO:

VIVIENDA

COMERCIO

MIXTO

NÚMERO DE PLANTAS:

ÁREA EN PLANTA BAJA:

ÁREA EN PLANTA ALTA:

ÁREA EN BUHARDILLA:

ÁREA TOTAL:

ÁREA INTERVENIDA:

CLASE DE INTERVENCIÓN:

INTERVENCIÓN MAYOR

INTERVENCIÓN MENOR

TIPO DE INTERVENCIÓN:

1. Demolición
2. Readecuación
3. Rehabilitación arquitectónica
4. Conservación
5. Consolidación

6. Ampliación
7. Restauración
8. Rehabilitación
9. Nueva edificación
10. Intervención predial

11. Reconstrucción
12. Obras Emergentes
13. Restitución
14. Reubicación
15. Sin información

RAZÓN DE LA INTERVENCIÓN:

CATEGORIZACIÓN DE LAS EDIFICACIONES:

1. Valor Emergente
2. Valor Ambiental
7. Sin registro

3. Valor arquitectónico A
4. Valor arquitectónico B

5. Sin valor especial
6. Valor Negativo

OBSERVACIONES:

02 CARACTERÍSTICAS TIPOLOGICAS

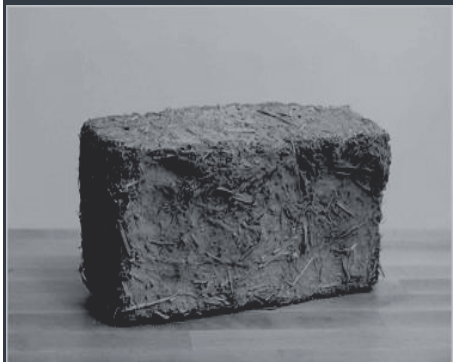


Figura 31. Muestra de adobe.
EOI (2012). Sistemas y soluciones constructivas. [Fotografía]
Adaptado de https://www.eoi.es/wiki/index.php/Sistemas_y_soluciones_constructivas_Materiales_en_Ecomateriales_y_construcci%C3%B3n_sostenible



Figura 32. Bloque de adobe.
Díaz, A. (2016). Como hacer ladrillos de Adobe. [Fotografía]
Adaptado de <https://eudomus.com/como-hacer-ladrillos-de-adobe/>

ESTILO ARQUITECTÓNICO:	COLONIAL (<1830)	<input type="checkbox"/>	REPUBLICANA (1830<x>1960)	<input type="checkbox"/>	MODERNA (>1960)	<input type="checkbox"/>	
ESTILO DE CONSTRUCCIÓN:	1. Vernáculo 2. Barroco	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	3. Renacentista 4. Rococó	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	5. Neoclásico 6. Otro	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
TIPOLOGÍA:	MAMPOSTERÍA NO REFORZADA	<input type="checkbox"/>	CON VIGAS DE ATADO	<input type="checkbox"/>	MARCO CONFINADO	<input type="checkbox"/>	
TAMAÑO:	Pequeño	<input type="checkbox"/>	Mediano	<input type="checkbox"/>	Grande	<input type="checkbox"/>	
UNIDAD DE MAMPOSTERÍA_ RÍA_ EXT: PLANTA BAJA	1. Adobe 2. Ladrillo 3. Otro	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	UNIDAD DE MAMPOSTERÍA_ RÍA_ EXT: PLANTA BAJA	1. Adobe 2. Ladrillo 3. Bahareque 4. Bloque 5. otro	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
UNIDAD DE MAMPOSTERÍA_ RÍA_ INT: PLANTA BAJA	1. Adobe 2. Ladrillo 3. Otro	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	UNIDAD DE MAMPOSTERÍA_ RÍA_ INT: PLANTA BAJA	1. Adobe 2. Ladrillo 3. Bahareque 4. Bloque 5. otro	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
TIPO DE ENLUCIDO:	<input type="text"/>						
ESPEJOR_ EXT P.B	<input type="checkbox"/>	ESPEJOR_ EXT P.A	<input type="checkbox"/>	ESPEJOR_ INT P.B	<input type="checkbox"/>	ESPEJOR_ INT P.A	<input type="checkbox"/>
DENSIDAD HORIZONTAL	<input type="checkbox"/>	DENSIDAD VERTICAL	<input type="checkbox"/>				
UNIDAD DE MAMPOSTERÍA:	ANCHO:	<input type="checkbox"/>	LONGITUD:	<input type="checkbox"/>	ESPEJOR:	<input type="checkbox"/>	
MATERIALIDAD DE VIGAS:	1. H° A° 2. Acero	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	VIGA (ACERO) TIPO DE PERFIL	<input type="text"/>			
MEDIDAS DE VIGA:	ANCHO:	<input type="checkbox"/>	PERALTE:	<input type="checkbox"/>	ESPEJOR (ACERO)	<input type="checkbox"/>	
MATERIALIDAD DE COLUMNAS:	1. H° A° 2. Acero	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	COLUMNA (ACERO) TIPO DE PERFIL	<input type="text"/>			
MEDIDA DE COLUMNAS:	ANCHO:	<input type="checkbox"/>	PERALTE:	<input type="checkbox"/>	ESPEJOR (ACERO)	<input type="checkbox"/>	

2. Características tipológicas.

En esta sección se describe el material de construcción de la edificación.

Para la unidad de mampostería se colocó un dato específico para todas las fichas: para edificaciones con paredes de adobe de 20cm la unidad de mampostería será de 20x40x15cm, para espesores de 40cm se usan dos unidades de mamposterías de 20cm, para paredes de 30cm se usan adobes de 30x60x15cm. Mientras que en edificaciones con paredes de ladrillos la medida general será de 15x30x6cm, estas medidas se han determinado del análisis de Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de Cuenca (Jiménez, 2002).

Para llenar los campos en esta sección hay que tener en cuenta la tipología a la que pertenece el predio, de esta manera cuando es MNR se llena hasta la medida de la unidad de mampostería ya que no posee vigas ni columnas, en el caso de VAP se llena hasta la medida de viga, ya que las edificaciones de esta tipología no tienen columnas y en el caso de MC se llena la ficha completa.



3. Características Arquitectónicas.

Esta sección posee la mayoría de información, ya que comprende datos como características de formas básicas en donde se toma en cuenta la forma externa de la planta, siendo de forma regular aquellas plantas totalmente cuadradas, rectángulos o que se pueden idealizar, y siendo irregulares aquellas que presentan forma en su planta tales como en L, C, Trapezoidal u otras. En cuanto a la distribución de las paredes internas se clasifican en forma regular o sin regularidad, esto dependiendo de la alineación y continuidad que presenten sus paredes horizontales y verticales; para entender de mejor manera se explicará en el Capítulo 3, *Caracterización del patrimonio*.

También en esta sección se describen la ubicación de espacios y de zonas, información útil en donde se muestra las modificaciones que ha sufrido la edificación de manera que se entiende como los cambios de uso pueden afectar a la edificación.



CARACTERÍSTICAS FORMA BÁSICAS:

FORMA DE PLANTAS: Rectángulo horizontal ☐ Rectángulo Vertical ☐ Cuadrada ☐ Otro ☐

CLASIFICACIÓN POR LA FORMA: 1. Regular ☐ 2. Irregular ☐ CLASIFICACIÓN POR LA FORMA DE PAREDES: 1. Regular ☐ 2. Sin irregularidad ☐

FORMA DE LAS PLANTAS: Forma en L ☐ Forma en C ☐ Trapezoidal ☐ Otro ☐

RELACIÓN: Frente L1 (m) Fondo L2 (m) Relación de Aspecto (L1/L2)

ALTURAS: Altura Planta Baja (m) Altura Planta Alta(m)

TIPO DE CASA:

RELATIVO A LA MANZANA: 1. En banda ☐ 2. En chaflán ☐ RELATIVO A LA PARCELA: 1. Adosada ☐ 2. Aislada ☐

ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS (ESPACIOS)

UBICACIÓN REF AL ACCESO PRINCIPAL: Central ☐ L.Derecho ☐ L.Izquierdo ☐ LD y LI ☐ Todo ☐ UBICACIÓN REF A LAS ESCALERAS: Central ☐ L.Derecho ☐ L.Izquierdo ☐

UBICACIÓN REF A LOS PATIOS: Central ☐ L.Derecho ☐ L.Izquierdo ☐ UBICACIÓN REF A LOS TRASPATIOS: Central ☐ L.Derecho ☐ L.Izquierdo ☐

UBICACIÓN REF A LAS CRUJÍAS: Paralela a la fachada ☐ Perpendicular a la fachada ☐ Mixta ☐

UBICACIÓN DE ZONAS DE USOS

COMERCIO EN PLANTA BAJA: Frontal ☐ Central ☐ Posterior ☐ Todo ☐ COMERCIO EN PLANTA ALTA: Frontal ☐ Central ☐ Posterior ☐ Todo ☐

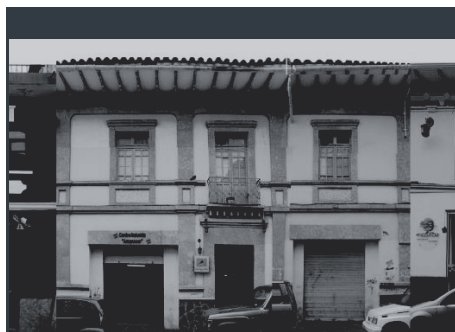


Figura 35. Fachada frontal de la vivienda de MNR. Propio



Figura 36. Puerta de balcón de MNR. Propio

UBICACIÓN DE ZONAS DE USOS

RESIDENCIAL EN PLANTA BAJA	Frontal	<input type="checkbox"/>	RESIDENCIAL EN PLANTA ALTA	Frontal	<input type="checkbox"/>
	Central	<input type="checkbox"/>		Central	<input type="checkbox"/>
	Posterior	<input type="checkbox"/>		Posterior	<input type="checkbox"/>
	Todo	<input type="checkbox"/>		Todo	<input type="checkbox"/>
OFICINAS EN PLANTA BAJA	Frontal	<input type="checkbox"/>	OFICINAS EN PLANTA ALTA	Frontal	<input type="checkbox"/>
	Central	<input type="checkbox"/>		Central	<input type="checkbox"/>
	Posterior	<input type="checkbox"/>		Posterior	<input type="checkbox"/>
	Todo	<input type="checkbox"/>		Todo	<input type="checkbox"/>

ALINEACIÓN Y CONTINUIDAD PAREDES HORIZONTALES

Nª Paredes P. Baja	<input type="checkbox"/>	Alineación PB	<input type="checkbox"/>	Nª Paredes P. Alta	<input type="checkbox"/>	Alineación PA	<input type="checkbox"/>
		Continuidad PB	<input type="checkbox"/>			Continuidad PA	<input type="checkbox"/>

ALINEACIÓN Y CONTINUIDAD PAREDES VERTICALES

Nª Paredes P. Baja	<input type="checkbox"/>	Alineación PB	<input type="checkbox"/>	Nª Paredes P. Alta	<input type="checkbox"/>	Alineación PA	<input type="checkbox"/>
		Continuidad PB	<input type="checkbox"/>			Continuidad PA	<input type="checkbox"/>

ABERTURAS EN FACHADA FRONTAL

Código Abertura	<input type="checkbox"/>	Patrón de Abertura	<input type="checkbox"/>	% Total de Fachada Llenos y huecos	<input type="checkbox"/>	Código Alineación	<input type="checkbox"/>
--------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------	---------------------------------------	--------------------------	----------------------	--------------------------

ABERTURAS DE PUERTAS:	Nª Puertas totales en P. Baja	<input type="checkbox"/>	Nª Puertas totales en P. Alta	<input type="checkbox"/>
-----------------------	----------------------------------	--------------------------	----------------------------------	--------------------------

ABERTURAS DE PUERTAS EN FACHADA FRONTAL	Nª Puertas en P. Baja	<input type="checkbox"/>	P1 ANCHO:	<input type="checkbox"/>	P1 ALTO:	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	P2 ANCHO:	<input type="checkbox"/>	P2 ALTO:	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	P3 ANCHO:	<input type="checkbox"/>	P3 ALTO:	<input type="checkbox"/>
	Nª Puertas en P. Alta	<input type="checkbox"/>	P1 ANCHO:	<input type="checkbox"/>	P1 ALTO:	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	P2 ANCHO:	<input type="checkbox"/>	P2 ALTO:	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	P3 ANCHO:	<input type="checkbox"/>	P3 ALTO:	<input type="checkbox"/>

Como se ha mencionado anteriormente la forma interna de la planta hace referencia a la distribución de paredes en relación a la alineación y continuidad de paredes horizontales y verticales, para ello se analizaron cada uno de los planos y se idealizaron en planta baja y planta alta.

Para el campo de código de aberturas, código de alineación de fachada y patrón de abertura como se muestra en la ficha se explicará a detalle en la sección de caracterización (Capítulo 3) ya que pertenece a un patrón específico analizado de todos los planos.

También se optó por crear campos con las medidas del ancho y alto de puertas y ventanas ya que se pretende ver las medidas repetitivas que se dan de estas aberturas en las edificaciones del CHC, de manera que se pueda determinar tipologías representativas.

Es importante la colocación de los planos respectivos de cada edificación para ver las medidas generales, espacios, distribución de paredes, ubicación de zonas, etc; datos necesarios para complementar las fichas, por lo cual se han creado espacios para colocar el plano de la planta baja y planta alta; sin embargo ya que la herramienta en la que se llenó la información (ACCESS) no permite colocar los respectivos planos, estos únicamente se añadieron de las dos tipologías seleccionadas.



Figura 37. Ventana superior de la edificación de MNR. Propio

ABERTURAS DE VENTANAS	Nª Ventanas totales en P. Baja		<input type="text"/>	Nª Ventanas totales en P. Alta		<input type="text"/>
ABERTURAS DE VENTANAS EN FACHADA FRONTAL	Nª Ventana en P. Baja	<input type="text"/>	V1 ANCHO:	<input type="text"/>	V1 ALTO:	<input type="text"/>
		<input type="text"/>	V2 ANCHO:	<input type="text"/>	V2 ALTO:	<input type="text"/>
		<input type="text"/>	V3 ANCHO:	<input type="text"/>	V3 ALTO:	<input type="text"/>
Nª Ventanas en P. Alta	<input type="text"/>	V1 ANCHO:	1.50	V1 ALTO:	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	V2 ANCHO:	<input type="text"/>	V2 ALTO:	<input type="text"/>	
	<input type="text"/>	V3 ANCHO:	<input type="text"/>	V3 ALTO:	<input type="text"/>	
ABERTURAS DE VANOS	Nª Vanos totales en P. Baja		<input type="text"/>	Nª Vanos totales en P. Alta		<input type="text"/>
PATRÓN DE PLANTA	<input type="text"/>					
PLANTA BAJA	<input type="text"/>			PLANTA ALTA		
<input type="text"/>			<input type="text"/>			



04

PISOS Y CUBIERTAS

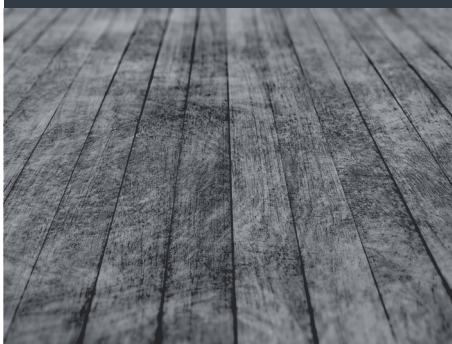


Figura 38. Piso de Madera.
Material piso de madera. (s.f.). n/a. [Fotografía] Adaptado de https://www.freepik.es/foto-gratis/piso-madera-viejo_4138820.htm



Figura 39. Cubierta de teja.
Grupo palma. (s.f.). n/a. [Fotografía] Adaptado de <https://www.grupopalmira.net/cubiertas-de-teja/>

PISOS

POR EL MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

PLANTA BAJA 1. Monolítico ☐
2. Por piezas ☐

PLANTA ALTA 1. Monolítico ☐
2. Por piezas ☐

POR EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

PLANTA BAJA 1. Madera ☐
2. Cerámica ☐
3. Ladrillo ☐
4. H° A° ☐

PLANTA ALTA 1. Madera ☐
2. Cerámica ☐
3. Ladrillo ☐
4. H° A° ☐

MATERIAL DE VIGAS 1. Madera ☐
2. H° A° ☐
3. Otro ☐

MEDIDA DE VIGAS: ANCHO:

PERALTE:

ELEMENTOS DE ARRIOSTRAMIENTO PLANTA BAJA:

ELEMENTOS DE ARRIOSTRAMIENTO PLANTA ALTA:

CUBIERTAS

POR LA TIPOLOGÍA: 1. Cubierta plana ☐
2. Cubierta inclinada ☐
3. Cubierta mixta ☐

POR EL MATERIAL: 1. Teja Artesanal ☐
2. Teja Industrial ☐
3. Asbesto cemento ☐
4. Losa ☐
5. Zinc ☐
6. Otro ☐

MATERIAL DE CERCHAS 1. Madera ☐
2. Metal ☐
3. Otro ☐

POR N° DE AGUAS 1. 1 ☐
2. 2 ☐
3. 3 ☐
4. 4 ☐
5. 5 ☐
6. 6 o más ☐

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Protección de ventanas ☐

Galerías ☐

Gradas exteriores ☐

Balcones ☐

Cornisas ☐

4. Pisos y Cubiertas.

La última sección está dedicada a pisos, cubiertas y elementos no estructurales.

En cuanto a pisos las medidas de las vigas de entrepisos se colocarán dependiendo del material, es decir en el caso de vigas de madera cuya medida en su mayoría no varía al revisar cada uno de los planos, se tiene dimensiones de 12x14cm y de 14x16cm, estos al ver detalles constructivos o secciones de las edificaciones, cuyas medidas coinciden con la investigación de Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Cuenca (Jiménez, 2002).



2.4 Recopilación de información

La recopilación de información tiene como objetivo la inscripción de datos necesarios para la identificación y localización de datos (Garrido, 2011). En este caso se aplica para caracterizar y determinar su comportamiento sísmico. La recolección de datos se realiza mediante inspecciones externas; por lo que el conocimiento adquirido para los edificios analizados generalmente no es completo. Es así que la falta de información debe ser manejada bajo criterios aplicables de manera general a estas edificaciones. Como objetivo del presente estudio dentro de la recopilación de información es que al tener edificios en donde no se pudo conseguir la información en el sitio, se pueda relacionar los resultados cuyas características sean similares a los que se obtuvo información.

Este tipo de recolección de información se le conoce como Encuesta de Escritorio en donde se

recogen datos como documentos originales tales como dibujos, planos, fotos, especificaciones técnicas (Jiménez, Pelá y Hurtado, 2018).

También se consideró la encuesta por incertidumbre la cual permite ampliar significativamente el análisis, incluyendo edificios donde existe falta de información geométrica o tipológica.

1. Proceso de recopilación de información.

La Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales de Cuenca (DAHP) cuenta con un sistema de documentación del patrimonio edificado, por esta razón se realizó un primer acercamiento a la información en el área de documentación física en donde se proporcionó información de los predios pertenecientes a los sectores 0102, 0202 y 0203. Esta información se recopiló bajo los lineamien-

tos establecidos anteriormente; es decir edificaciones de 2 pisos, en la cual se consiguió planos y fichas existentes de estas edificaciones, también se proporcionaron archivos digitales (cds) en los cuales se tenían información como fichas en pdf y planos en autocad o vector. Sin embargo en este punto nos dimos cuenta que acceder a la información de esta manera requería de mayor tiempo ya que al revisar cada uno de los archivos debíamos comprobar si tenía la información necesaria, porque muchos archivos no se abrían o contenían datos innecesarios como línea de fábrica o permisos de construcción.

La solución fue solicitar el acceso a la plataforma web TIPVP (tecnología de información para la puesta en valor del patrimonio) mediante la Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales de Cuenca, de donde se recopiló toda la información utilizada para este trabajo (Fig. 40, 41 y 42).



Figura 40. Plataforma TIPVP en donde se mostraba el predio. Propio



Figura 41. Plataforma TIPVP donde se encontraba diferente información como planos, pdf, CAD. Propio



Figura 42. Listado de archivos en plataforma TIPVP. Propio

El procedimiento dentro de esta plataforma fue acceder a cada uno de los predios del área de estudio y sacar datos en pdf de fichas y planos en autocad o vector de aquellos predios que contenían viviendas de hasta 2 pisos. Al ser un proceso largo, este se redujo gracias a la información de algunos predios ubicados dentro de los sectores de estudio, otorgada por el proyecto de investigación del CINA.

Se contó con un total de 672 archivos de información de predios que contenían tanto pdf de fichas, y documentos en autocad y vector. Sin embargo, de los 672 archivos recopilados, 201 archivos estaban incompletos, es decir solo tenían líneas de fábrica, planos incompletos o archivos dañados los cuales no se podían abrir por lo que todos estos fueron descartados. También existieron 205 archivos los cuales solo tenían información del predio en ficha (Fig. 43), otros archivos que tuvieron que ser descartados eran aquellos que no cumplían con el área establecida para la investigación (área máxima para adobe: 400m² y área máxima para ladrillo: 300m²) y aquellos que no cumplían con el número de pisos es decir hasta 2 pisos de altura, esto sucede ya que en el municipio no toda la información se encuentra actualizada por lo que al momento de descargar la información nos decía que eran de dos pisos pero al verificar los planos habían sufrido modificaciones y habían incrementado uno o más pisos, de estos casos se tuvieron 171 archivos que tuvieron que ser descartados. Finalmente, nos

quedamos con un total de 95 archivos que tenían toda la información completa para llenar las respectivas fichas.

Otra información que se solicitó fueron datos de año de construcción, predios con el número de pisos, valor de la edificación, estilo de construcción, proporcionada por el VLIR, necesaria para llenar las fichas.

Ficha Nº.
Manzana Nº. 188
E-10

EVALUACION DE ESTRUCTURA

1. ESTE ESTRUCTURA TIENE VALOR HISTORICO PARA:

El Sector	La Ciudad	El País
-----------	-----------	---------

La estructura tiene relación histórica con los siguientes temas (vea también el reverso):

Arquitectura	Comercio	Industria
Arte	Ciencia	Inventos
Educación	Viajes	Comunicaciones
Gobierno	Religión	Filosofía
Literatura	Folklore	Tradición
Música	Asuntos Militares	

2. Ciudad: Cuenca
Calle: San Sebastián
Nombre: ...
Uso original: ...
Uso actual: ...
Dueño actual: ...
Fecha de edificación: ...
Estilo: ...
Fuentes de información: ...

3. CONDICION: Excelente Buena Regular Mala Alterada
IMPORTANCIA DEL SITIO CON RELACION AL AREA: Mucha Poca Nada
ESTRUCTURA AMENAZADA POR: ...

DESCRIPCION:

CIMENTOS: Altos Regulares Bajos Materiales: ...
MUROS: Adobe Ladrillo Piedra Madera Otros: ...
PISOS: 1 2 3 4 5 PATIOS: 1 2 3 4 HUERTA: ...
CUBIERTA: Material: ... Nº de vertientes: ... Torres: ...
Cúpula: ... Balastrada: ... Buhardilla: ...
FACHADA: Aleros: ...
Balcones: ...
Ventanas: ...
Puertas: ...
Otros: ...

5. Indique la ubicación de la estructura (croquis, manzana, calles)

Distancia desde el borde de la calle hasta la estructura: ...
Registrador: ...
Para: ...
Nº de Fotografías: ...

Figura 43. Ficha descriptiva de las características arquitectónicas de las viviendas patrimoniales.

Fuente: Dirección de Áreas históricas y Patrimoniales de Cuenca, 2019



2.7. Modelización de las estructuras.

La modelización de las dos tipologías seleccionadas se realizó a partir de dos programas que facilitaron el modelo y el análisis de comportamiento sísmico.

En primera instancia se utilizó la herramienta de SAP2000 la cual facilita el modelo de la estructura y trabaja en dos planos 2D y 3D (Fig. 46), su funcionamiento se detalla de mejor manera en el capítulo 4. Esta herramienta se trabajó conjuntamente con el software de Stabil en el cual mediante el uso de un método específico permitió generar resultados y evaluar los mismos, al fin de determinar como se comporta cada una de las edificaciones frente a cargas determinando las fallas ante eventos sísmicos.

2.7.1 Análisis del modelo matemático: Método de Elementos Finitos (MEF).

Para poder realizar los cálculos necesarios que generan respuestas del comportamiento sísmico de las edificaciones, se ha optado por utilizar el Método de Elementos Finitos (MEF) debido a la versatilidad que posee al generar resultados cercanos a la realidad; este método se ha implementado en la herramienta Stabil (Fig. 47).

La aplicación y la especificación de valores necesarios para este método se explican de mejor manera en el capítulo 4, en el apartado 4.5: *Aplicación del método de elementos finitos*.

2.8 Resultados finales.

Los resultados finales se determinan a partir del modelo matemático, estos generan valores de respuestas y gráficos necesarios para poder ser evaluados, también las respuestas serán comparadas con la Norma ecuatoriana para sacar conclusiones y recomendaciones.

Ya que este es el último proceso de la metodología se detalla en el capítulo 5: *Conclusiones y recomendaciones*.

CONCLUSIONES

La modalidad de la investigación es de campo y bibliográfica documental, esta segunda permite desarrollar conceptos sobre patrimonio, antecedentes de la ciudad, cronología y tipología de las edificaciones, toda esta información se complementa con el levantamiento de información.

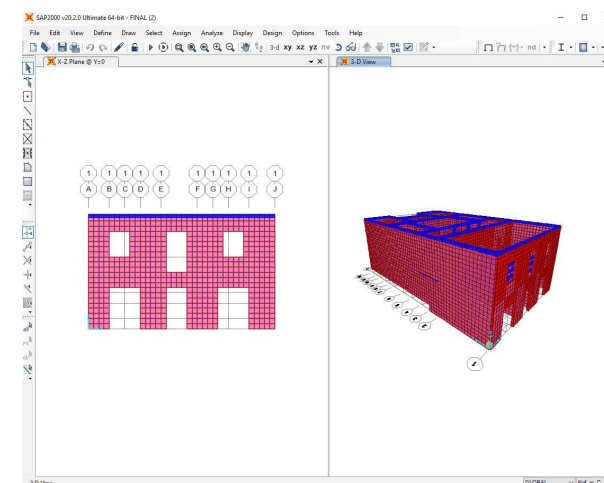


Figura 46. Modelado de la edificación de MNR en plano 2D y 3D.
Propio

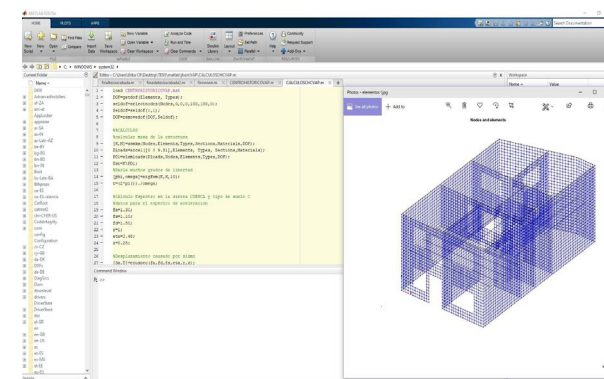


Figura 47. Modelización y determinación de resultados mediante la aplicación de la herramienta Stabil.
Propio

CAPÍTULO III

CARACTERIZACIÓN Y APLICACIÓN





INTRODUCCIÓN

Aplicando la metodología descrita en el anterior capítulo se ha caracterizado el patrimonio edificado de baja altura dentro del área de estudio, con la información obtenida se ha generado una base de datos, que estadísticamente ha permitido establecer características predominantes. En primer lugar, se muestran los indicadores de las características generales de las viviendas que fueron consideradas para la caracterización debido a que esta no es determinante para el análisis de la vulnerabilidad sísmica. Sin embargo, dicha información permite conocer algunas características importantes de esta zona como: el año de la edificación, estilo arquitectónico, valoración arquitectónica, etc. Estas se encuentran en el primer bloque de las fichas.

Los datos analizados para la caracterización de las edificaciones del área de estudio, responden a un criterios de orden arquitectónico, mecánico y estructural. Aplicados a cada tipología (MNR: pequeño, mediano y grande; VAP: pequeño, mediano y grande y MC: pequeño, mediano y grande) para determinar los valores predominantes. Para ello se ha calculado la moda, mediana y media aritmética resultantes de cada consulta (esto depende del tipo de variable y el número de datos obtenidos). Estos valores, con su respectivo rango y desviación estándar, han permitido determinar las viviendas que cumplen con la mayoría de criterios, para finalmente seleccionar dos edificaciones (aquellas que cumplen con el mayor porcentaje de criterios) que mediante un la herramienta Stabil, nos permita analizar su comportamiento ante cargas sísmicas y así determinar su comportamiento sísmico.

3.1 Características generales del área de estudio

Para la caracterización general de las edificaciones del Centro Histórico de Cuenca se presentan diagramas y tablas de datos, en donde se indican los resultados de las características obtenidas mediante el registro de las 95 edificaciones en el gestor de datos ACCESS, herramienta que nos ha permitido recopilar información y obtener datos estadísticos del objeto de estudio.

Para ello se elaboró una ficha para la caracterización de las edificaciones patrimoniales, que contienen la siguiente información.

Sección 1: Información general

- 1.1 Año de edificación
- 1.2 Año de intervención
- 1.3 Valoración arquitectónica
- 1.4 Detalles de uso
- 1.5 Área intervenida
- 1.6 Clase de intervención
- 1.7 Tipo de intervención

Sección 2: Características tipológicas

- 2.1 Estilo arquitectónico
- 2.2 Estilo de construcción
- 2.3 Tipología
- 2.4 Clasificación de tipología por áreas

Sección 3: Características arquitectónicas.

- 3.1 Forma de plantas
- 3.2 Forma de plantas por distribución de paredes
- 3.3 Medida de frente de la edificación
- 3.4 Medida de fondo de la edificación
- 3.5 Relativo a la manzana
- 3.6 Relativo a la parcela
- 3.7 Ubicación de zonas: comercio, residencia u oficinas en planta baja y comercio, residencia u oficinas en planta alta
- 3.8 Alineación y continuidad de las paredes
- 3.9 Alineación de la fachada
- 3.10 Aberturas de la edificación: puertas, ventanas y vanos en planta baja y puertas, ventanas y vanos en planta alta.

Sección 4: Pisos y Cubierta.

- 4.1 Cubierta: por la tipología, por el material, por el material de cercha y por el número de aguas.
- 4.2 Elementos no estructurales.

Para registrar la información se ha obtenido los datos de diferentes fuentes principalmente de la Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales la cual nos proporcionó información mediante fichas de inventarios, planos de permisos de construcción, base actualizada de catastro. Otros datos se recopilaron gracias a la proporción de información por parte del Vllir ciudad patrimonio y a la investigación realizada por Jiménez (2002) (ver Tabla 4).

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO		
Descripción	Parámetro	Fuente
Información general	Año de edificación	Vllir Cpm
	Año de intervención	Vllir Cpm
	Detalles de uso	DAH
	VHAR	Vllir Cpm
	Área intervenida	DAH
	Clase de intervención	DAH
	Tipo de intervención	DAH
Características tipológicas	Estilo arquitectónico	Vllir Cpm
	Estilo de construcción	Vllir Cpm
	Tipología	DAH
Características arquitectónicas	Forma de plantas	DAH
	Medidas	DAH
	Relativo a la manzana	DAH
	Relativo a la parcela	DAH
	Ubicación de zonas	DAH
	Alineación y continuidad	DAH
	Alineación en fachada	DAH
	Aberturas de las edificación	DAH
Pisos y Cubierta	Medidas de vigas de entrepiso	TJ
	Tipología de cubierta	DAH
	Elementos no estructurales	DAH

CARACTERÍSTICAS TIPOLOGICAS DEL CHC		
Descripción	Parámetro	Fuente
Variables geométricas	Áreas de plantas	DAH
	Relación de aspecto	DAH
	Espesores de paredes	DAH
	Alturas de plantas	DAH
Variables arquitectónicas	Forma de la planta	DAH
	Distribución de paredes	DAH
	Patrón de planta	DAH
	Ubicación de espacios	DAH
	Patrón de abertura	DAH
Variables mecánicas	Porcentaje de fachada	DAH
	Rigidez del entrepiso	DAH
	Densidad de paredes	DAH

Vllir Cpm: Vllir Ciudad Patrimonio.

DAH: Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales.

TJ: Tesis de Juan Jiménez

Tabla 4. Fuentes de la información recopilada.

Debido a que el DAH nos proporcionó los planos se pudieron sacar algunos de los parámetros como las características y variables arquitectónicas, geométricas y mecánicas.

3.1.1. Información General

Año de construcción e intervención

AÑO DE CONSTRUCCIÓN

El año de construcción de las edificaciones se ve reflejado por la tipología a la que representa. Dentro de mampostería no reforzada, de 50 viviendas analizadas, se ha determinado el año de construcción de 48 edificaciones, en donde se observa que estas han sido construidas mayoritariamente a mitades y finales del siglo XIX (Fig. 48). Dentro de vigas de atado perimetral, se ha tabulado 18 de 21 edificaciones en donde se observa la mayor parte de edificaciones que datan a mitad del siglo XX (Fig. 49), correspondiendo así con aquellos años donde con la llegada del hormigón armado dio paso al uso de estos nuevos sistemas constructivos. Así mismo, las edificaciones correspondientes a marco confinado, de 19 de 24 edificaciones tabuladas, se observa un gráfico que muestra la aparición de estas viviendas posterior a la mitad del siglo XX (Fig. 50).

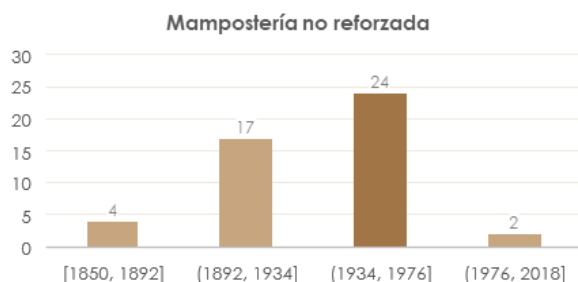


Fig. 48. Año de construcción en viviendas de MNR.

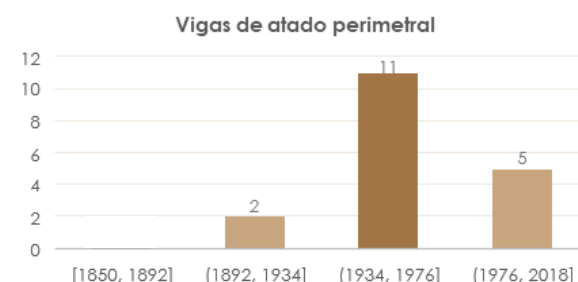


Fig. 49. Año de construcción en viviendas de VAP.

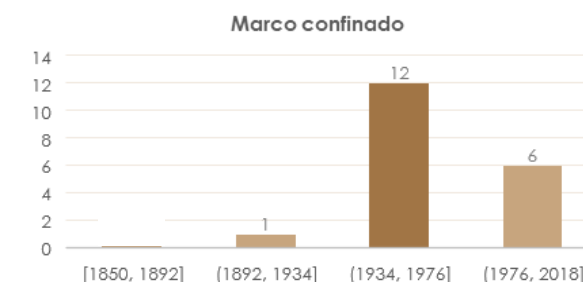


Fig. 50. Año de construcción en viviendas de MC.

AÑO DE INTERVENCIÓN

Los datos obtenidos dentro del año de intervención corresponden a 92 de las 95 edificaciones analizadas. Los gráficos muestran datos de intervenciones que se dan desde el año 2000 hasta el año 2018 (Fig. 51, 52 y 53). En los tres casos, existe un mayor número de intervenciones posteriores al año 2005. En donde las edificaciones a MNR y VAP poseen un registro de intervención que predomina entre los años 2008 y 2013, mientras que para MC se da en los años 2008 y 2018, todo esto se fundamenta en el cambio de uso que se ha dado en los últimos dentro de las edificaciones del Centro histórico.

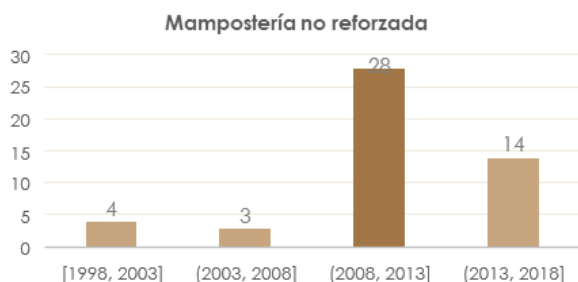


Fig. 51. Año de intervención en viviendas de MNR.

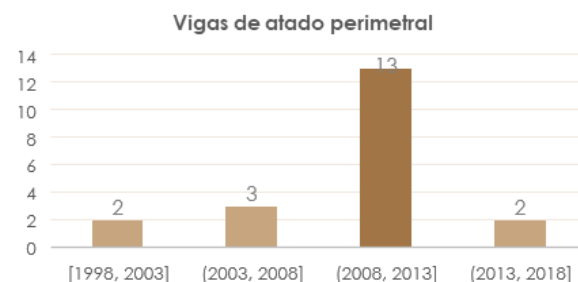


Fig. 52. Año de intervención en viviendas de VAP.

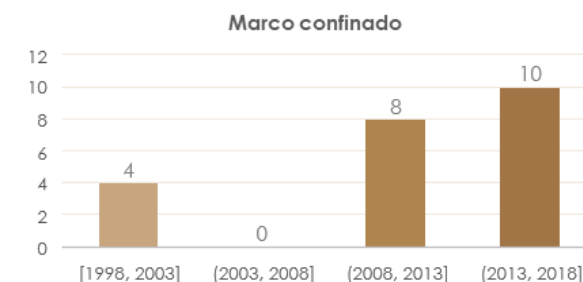


Fig. 53. Año de intervención en viviendas de MC.

Valoración Arquitectónica y Detalles de uso

VALORACIÓN ARQUITECTÓNICA

La Ilustre Municipalidad de Cuenca, mediante su D. de Áreas Históricas y Patrimoniales, ha realizado un inventario de los bienes existentes dentro del CHC cuyas categorías están en función de su relevancia. Dentro de la categoría Arquitectónica tenemos edificaciones que poseen un valor emergente (E)(4), valor arquitectónico A (VAR A)(3), valor arquitectónico B (VAR B)(3), valor ambiental (A)(1), sin valor especial (SV)(0) y valor negativo (N)(-1). Este inventario categoriza a la edificaciones mediante un valor que va de 5 (máxima importancia) a -1 (menos importancia) dependiendo de sus características arquitectónicas. Dentro de nuestra área de estudio tenemos a viviendas que van desde (VAR A)(3) a (SV)(0), teniendo una mejor valoración en las viviendas pertenecientes a MNR (Fig. 54), debido a las características arquitectónicas que presentan. Sin embargo en las viviendas de VAP y MC (Fig. 55 y 56), el número de viviendas con una valorización positiva es menor con respecto a las viviendas que no presentan ningún valor ya que estas edificaciones sin valor especial carecen de significados particulares para la ciudad.

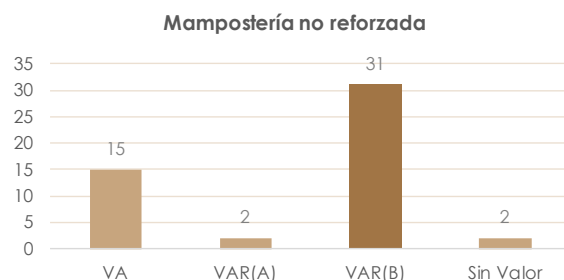


Fig. 54. Valoración arquitectónica en viviendas de MNR.

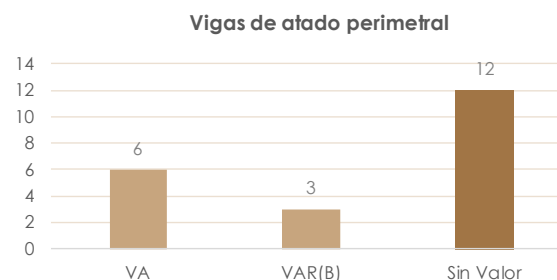


Fig. 55. Valoración arquitectónica en viviendas de VAP.

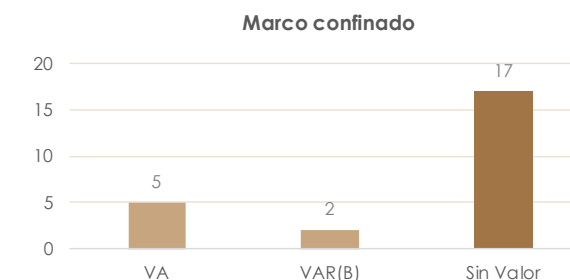


Fig. 56. Valoración arquitectónica en viviendas de MC.

DETALLES DE USO

La presencia de comercios en el Centro Histórico de Cuenca es sin duda una de las causas mas grandes en su transformación. El uso inicial de las edificaciones como vivienda se encuentra en declive ante el constante aumento de comercios que parece prevalecer en todo el centro histórico. Los resultados obtenidos evidencian esta transformación de las viviendas de MNR y VAP (Fig. 57 y 58), que se encuentran en el núcleo del área de estudio, mostrando un alto índice de uso comercial o mixto (comercio y vivienda) que ha desplazado considerablemente su uso inicial de vivienda. Las viviendas de MC, cuyo año de edificación es más reciente, presenta un uso mas equitativo en cuanto a vivienda y comercio, en donde el uso mixto disminuye con respecto a las viviendas de MNR y MC (Fig. 59).

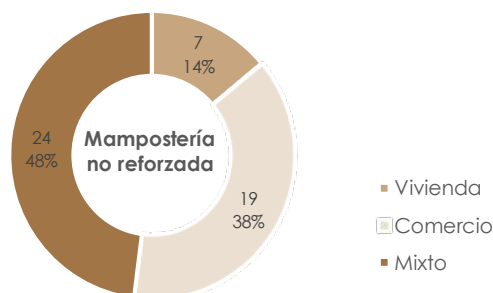


Fig. 57. Detalle de uso en viviendas de MNR.

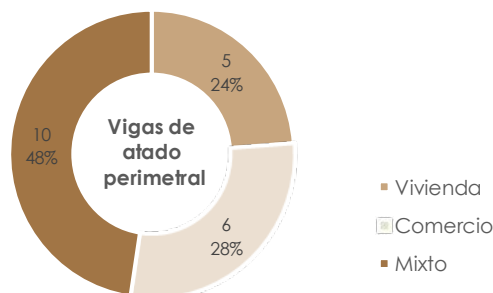


Fig. 58. Detalle de uso en viviendas de VAP.

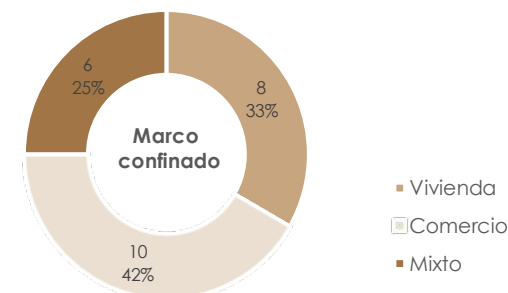


Fig. 59. Detalle de uso en viviendas de MC.

Área y tipo de intervención

ÁREA DE INTERVENCIÓN

Se define si una intervención es mayor o menor en función de la modificación que se realizó en la edificación y el área que presenta. Los archivos obtenidos de la DAHP permitieron el análisis de los planos en donde al analizarlos en su gran mayoría brindan información sobre el tipo de intervención realizado y su área de intervención, en donde tenemos que para las viviendas de MNR, el 52% son intervenciones mayores y el 48% intervenciones menores; para VAP, 65% intervenciones mayores y 35% intervenciones menores y para MC, 75% intervenciones mayores y 25% intervenciones menores. Esto indica que las viviendas de VAP y MC tienden a ser intervenidas en un mayor área con respecto a las de MNR. Se ha realizado un gráfico en donde se presenta la media aritmética del área de intervención en cada tipología teniendo: para MNR una media aritmética de 164,3 m² y una desviación estándar de 159,4 m² (Fig. 60); para VAP una media aritmética de 132,7 m² y una desviación estándar de 86,8 m² (Fig. 61) y para MC una media aritmética de 148,5 m² y una desviación estándar de 119,4 m² (Fig. 62).

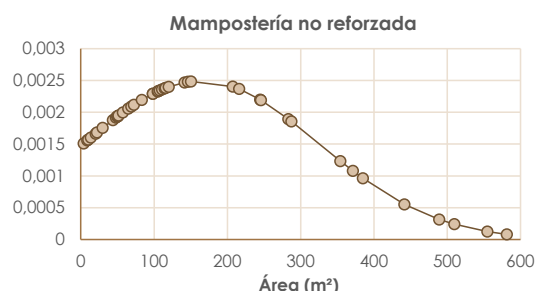


Fig. 60. Distribución normal de Área en MNR

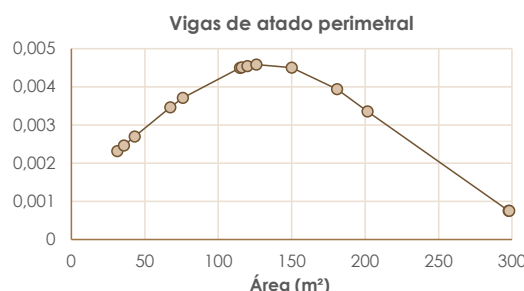


Fig. 61. Distribución normal Área en VAP.

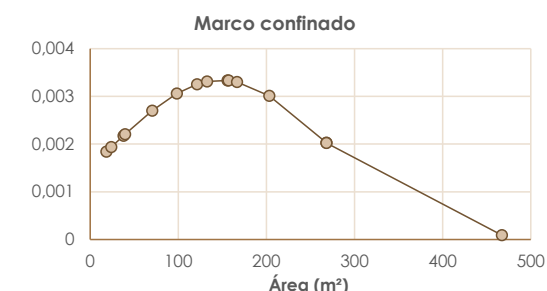


Fig. 62. Distribución normal de Área en MC.

TIPO DE INTERVENCIÓN

Los tipos de intervenciones aplicables a un inmueble dependen de su valoración arquitectónica. Al realizar una intervención de un bien inmueble perteneciente al patrimonio cultural edificado, se debe conservar, a más de sus características arquitectónicas, el conjunto de sus valores ambiental y paisajístico. Dentro de la información obtenida y con la ayuda de su representación gráfica, se puede observar que en las edificaciones correspondientes a MNR, presenta un mayor número de intervenciones con un fin de readecuación de las viviendas (Fig. 63), esto producto del cambio de uso que se les da a las mismas. Dentro de las edificaciones que corresponden a VA y MC, el principal tipo de intervención es la ampliación y readecuación de las viviendas (Fig. 64 y 65).

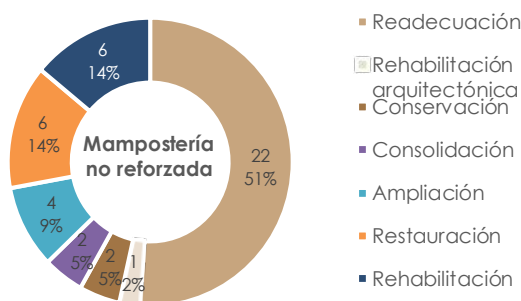


Fig. 63. Tipo de intervención en MNR.

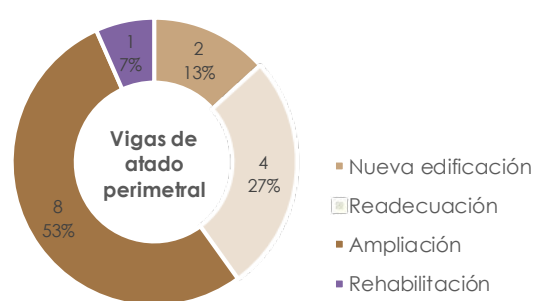


Fig. 64. Tipo de intervención en VAP.

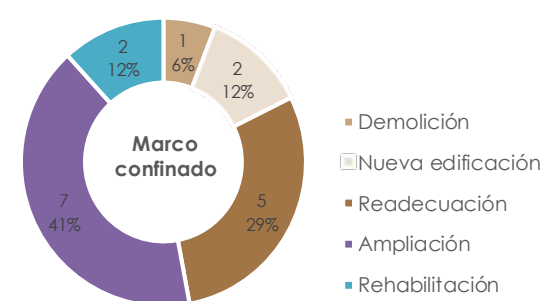


Fig. 65. Tipo de intervención en MC.

3.1.2. Características tipológicas

Estilo arquitectónico y de construcción

ESTILO ARQUITECTÓNICO

El estilo arquitectónico de una edificación hace referencia a sus características ligadas al año de su construcción. En el área de estudio existen viviendas que corresponden a un estilo colonial que nace con la colonización de la ciudad y se caracteriza por el uso de un sistema constructivo vernáculo en donde predomina el modelo de la casa andaluza o de estilo mediterráneo. Posteriormente, el periodo de “afrancesamiento” transformó la ciudad de Cuenca cambiando la urbe y generando edificaciones con características de arquitectura europea adaptadas al medio cuencano. Es aquí en donde aparece el estilo republicano cuyos materiales y técnicas de construcción generaron edificaciones que se caracterizan por los rasgos en sus fachadas. Con la aparición de nuevos materiales como el hormigón, se dan nuevos estilos arquitectónicos que inician con el modernismo en algunas edificaciones en el CHC a partir de mediados del siglo XX. Dentro del análisis se ha podido determinar que independientemente de la tipología las casas de estilo republicano prevalecen tanto para MNR y VAP (Fig. 66 y 67), a excepción de las edificaciones de MC cuyo estilo moderno predomina (Fig. 68).

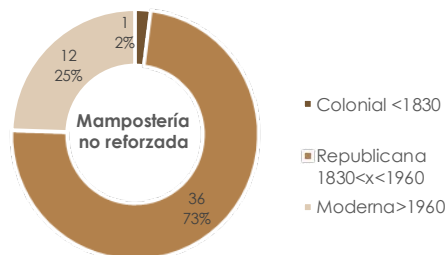


Fig. 66. Estilo arquitectónico en viviendas de MNR.

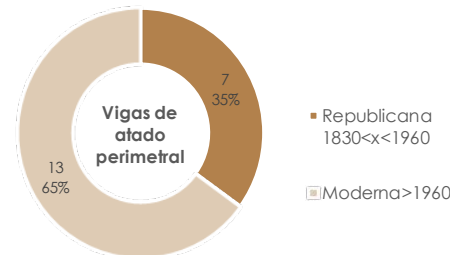


Fig. 67. Estilo arquitectónico en viviendas de VAP.

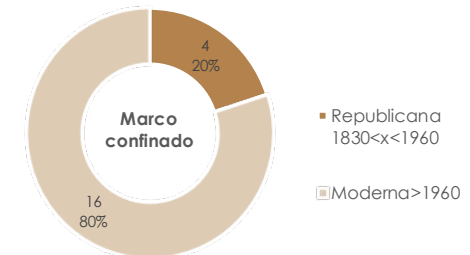


Fig. 68. Estilo arquitectónico en viviendas de MC.

ESTILO DE CONSTRUCCIÓN

El estilo de construcción hace referencia a la composición formal de la edificación así como su sistema constructivo. Dentro del CHC hay viviendas que corresponden a estilos vernáculos, clásicos, neoclásicos, barrocos, rococó, contemporáneos, etc; pertenecientes a las diferentes escuelas que han aparecido a lo largo de la historia y que han sido aplicadas a algunas viviendas del CHC. En nuestra área de estudio, tenemos que para las viviendas de MNR, 52% pertenecen a un estilo vernáculo, 2% a un estilo neoclásico y 44% no están determinadas (Fig. 69); para VAP, el estilo vernáculo disminuye al 24% y el neoclásico representa el 9%, además se aprecia el aumento de edificaciones pertenecientes a un estilo no determinado que representan el 67% (Fig. 70); finalmente, para MC, la presencia de viviendas con un estilo no determinado es aún mayor representando el 79% con respecto al 13% que pertenecen a un estilo vernáculo y el 8% a rococó (Fig. 71).

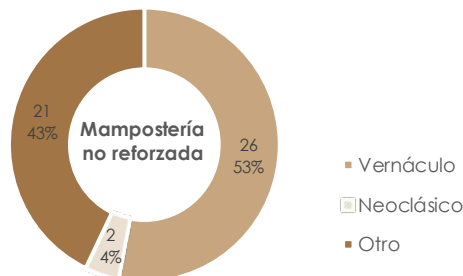


Fig. 69. Estilo de construcción en viviendas de MNR.

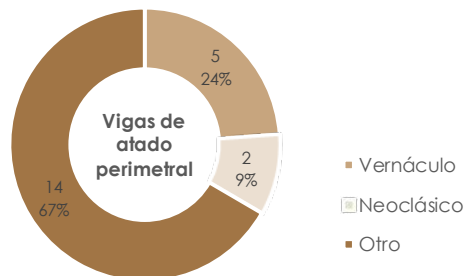


Fig. 70. Estilo de construcción en viviendas de VAP.

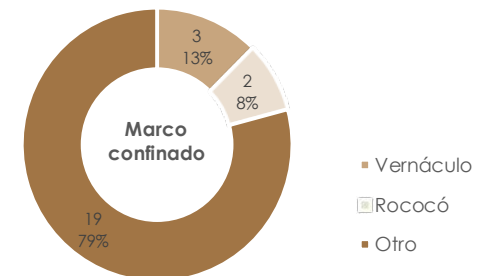


Fig. 71. Estilo de construcción en viviendas de MC.

Tipologías y clasificación por áreas

TIPOLOGÍAS

Jiménez (2002) en su estudio de vulnerabilidad sísmica del centro histórico de la ciudad de Cuenca determina 3 tipologías de edificaciones predominantes dependiendo de su sistema constructivo. Estas son Mampostería no reforzada (MNR), Vigas de atado perimetral (VAP) y Marco confinado (MC). En dicho análisis se determina un mayor número de edificaciones de MNR, seguidas de edificaciones de VAP y MC dentro del CHC. Dentro de esta investigación, la tabulación de los datos de las 95 edificaciones analizadas dan como resultado un total de 50 viviendas de MNR, 21 de VAP y 24 de MC (Fig. 72).

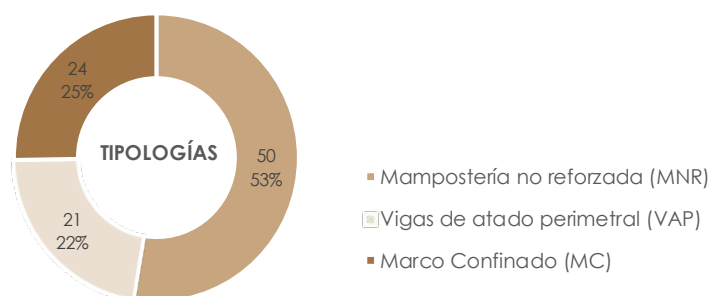


Fig. 72. Tipologías de edificaciones en el área de estudio.

CLASIFICACIÓN DE LAS TIPOLOGÍAS POR SU ÁREA

Para una mejor aplicación de criterios dentro de la caracterización final, se ha procedido a subclasificar las tres tipologías considerando un área mínima y máxima para cada una de estas, teniendo así viviendas de MNR pequeña (40-140 m²), mediana (140-240 m²) y grande (240-400 m²). Para las viviendas de VAP y MC tenemos pequeña (40-120 m²), mediana (120-200 m²) y grande (200-300 m²). Con la tabulación de los datos tenemos gráficos correspondientes a cada tipología en donde se observa el número de edificaciones de cada una en relación a su área (Fig. 73, 74 y 75).

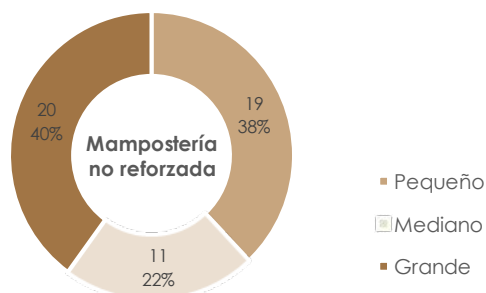


Fig. 73 Clasificación de viviendas de MNR por su área.

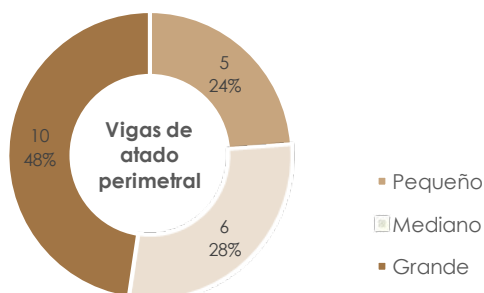


Fig. 74. Clasificación de viviendas de VAP por su área.

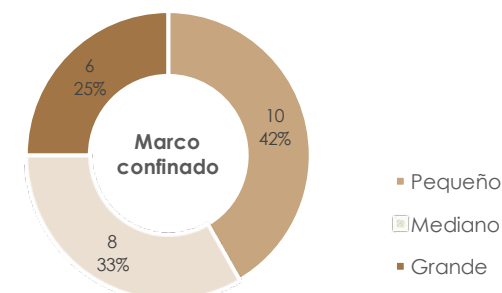


Fig. 75. Clasificación de viviendas de MC por su área.

3.1.3. Características Arquitectónicas

Forma de Plantas

Para la característica forma de plantas, se hicieron 3 clasificaciones, en las que primero se contabilizó de manera general, es decir se dividió en forma regular e irregular, en las que las plantas que presentan forma regular son aquellas que tienen forma cuadrada, rectángulo vertical y rectángulo horizontal (Fig. 76); las plantas que presentan forma irregular se dividieron en forma de L, en forma trapezoidal y otro, en el caso de otro se especificará la forma que la planta presenta (Fig. 77). Esta clasificación permitió determinar de manera general y específica la forma que presentan externamente las plantas, dando a conocer que aproximadamente el 92% de las edificaciones del Centro Histórico presentan una forma regular y solo el 8% presentan una forma irregular. (Fig. 78), estos datos hacen referencia únicamente a las 95 edificaciones analizadas. Las edificaciones del centro histórico generalmente presentan la forma regular, sin embargo la forma irregular de las plantas surgió debido a la división predial del inmueble para fines económicos por lo que se modificó su forma original.

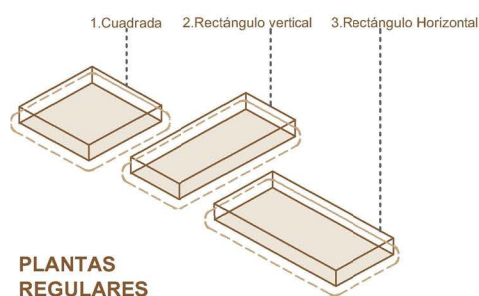


Fig. 76. Forma de las plantas regulares.

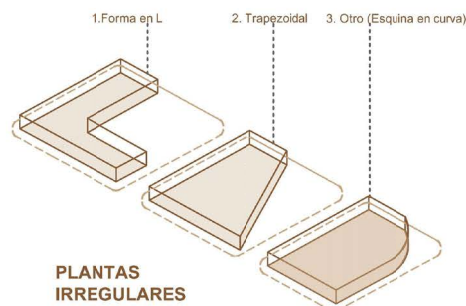


Fig. 77. Forma de las plantas irregulares.

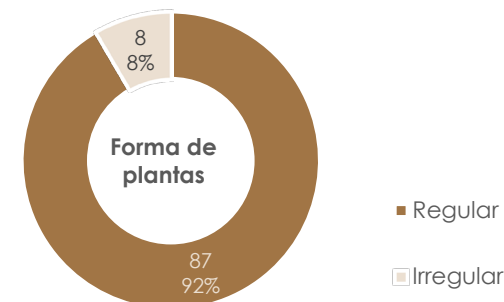


Fig. 78. Clasificación de las plantas general.

En cuanto a la clasificación específica se analizaron las 95 edificaciones, dividida el análisis para Mampostería no reforzada, Vigas de atado perimetral y Marco confinado; de las cuales se obtuvieron que predominan las plantas regulares en las edificaciones de MNR con el 53%, para VAP con el 20% y MC con el 21% (Fig. 79), mientras que las plantas irregulares se dan mayoritariamente con el 50% en MNR presentando generalmente plantas en forma de L tanto en MNR como en MC (Fig. 80 y 81). Esta clasificación ayudó al momento de determinar la alineación y continuidad ya que el análisis se aplicó únicamente a las edificaciones regulares.

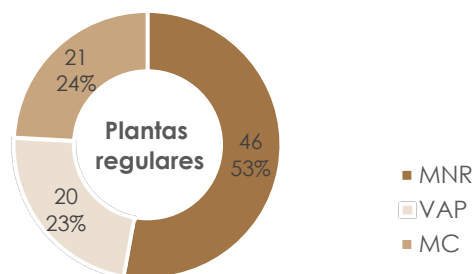


Fig. 79. Clasificación de las plantas regulares.

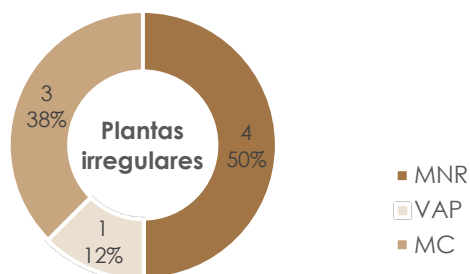


Fig. 80. Clasificación de las plantas irregulares.

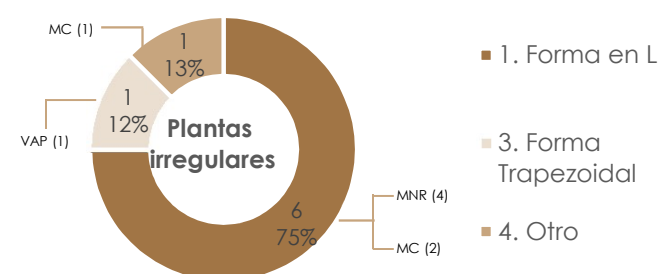


Fig. 81. Clasificación de las tipologías de las plantas irregulares

Frente y Fondo

Determinar la medida de frente y fondo de las edificaciones ayudó analizar la relación de aspecto la cual se obtuvo dividiendo la medida de frente para el fondo. FRENTE

Se realizó un gráfico de la distribución normal tanto para MNR, VAP y MC, en donde MNR reflejó una mayor acumulación de datos en la parte central en donde las medidas que se repiten mayormente van entre los 8m hasta los 12m (Fig. 82), la media aritmética es 10.18m y su desviación estándar 4.29m. En cuanto a VAP muestra una acumulación de datos en la parte central teniendo medidas que van desde los 9.5m hasta los 11.65m, la media aritmética es 10.77m y su desviación estándar es 3.18m (Fig. 83). Finalmente se muestra la acumulación de datos de MC en su parte central con medidas que van desde los 10m hasta los 13.67m, la media aritmética es 11.65 y su desviación estándar es 4.61 (Fig. 84).

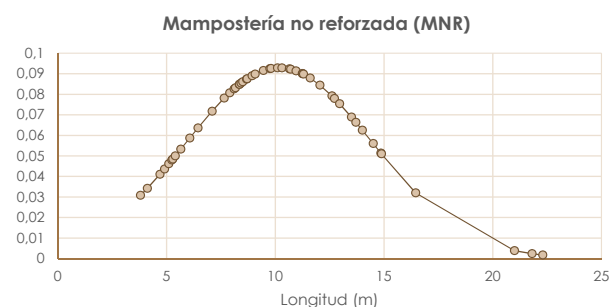


Fig. 82. Distribución normal de longitud de frente de MNR.

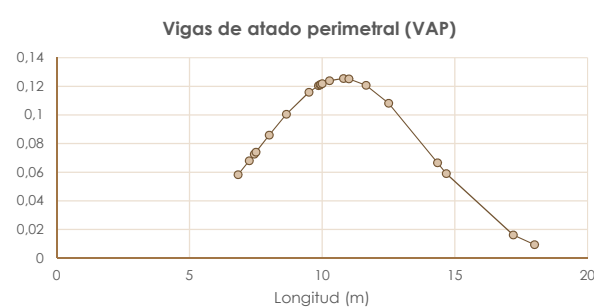


Fig. 83. Distribución normal de longitud de frente de VAP.

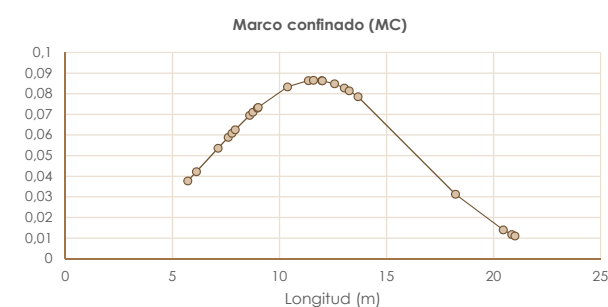


Fig. 84. Distribución normal de longitud de frente de MC.

FONDO

La distribución normal para MNR muestra un mayor sesgo en la parte derecha, la media aritmética es 20.70m y su desviación estándar es 9.45m, las medidas van desde los 9.15m hasta los 49.30m (Fig. 85). Las edificaciones VAP presentan una distribución normal (Fig. 86) con un mayor sesgo en su parte izquierda, la media aritmética es 21.35m y su desviación estándar 9.53m, las medidas de fondo van desde los 8.85m y 49m. Finalmente las edificaciones de MC, muestran una acumulación en su parte izquierda, en donde la media aritmética es 14.19m y su desviación estándar 6.16m, y poseen medidas que van desde los 6.60m hasta los 33.80m (Fig. 87).

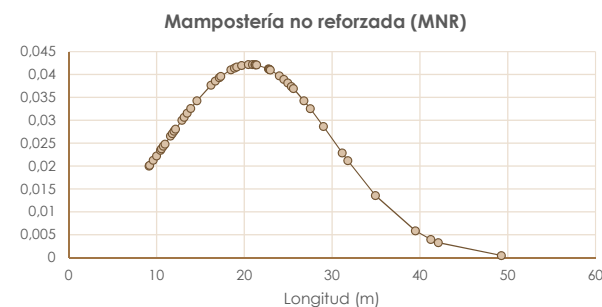


Fig. 85. Distribución normal de longitud de fondo de MNR.

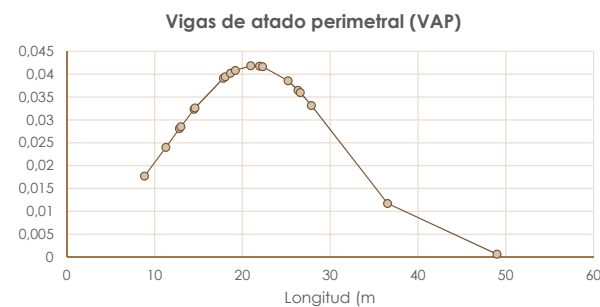


Fig. 86. Distribución normal de longitud de fondo de VAP.

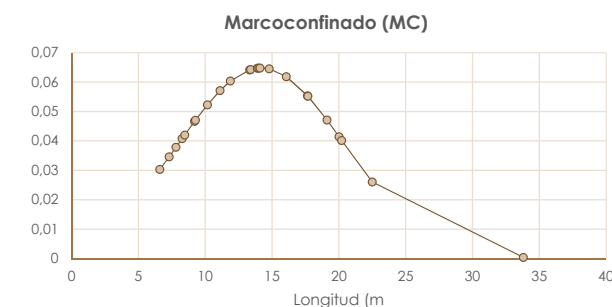


Fig. 87. Distribución normal de longitud de fondo de MC.

Relativo a la manzana y parcela

Dentro de la caracterización se realizó un análisis del tipo de casa que presenta el Centro histórico; en la cual se tomaron dos criterios: 1. Las edificaciones ubicadas en la manzana que se dividen: en banda y chaflán (Fig. 88) y 2. Las edificaciones ubicadas en la parcela que son: adosadas y aisladas (Fig. 89).

Dentro del primer criterio se determinó de la información de las 95 edificaciones que la mayoría con respecto a la manzana están ubicadas en banda tanto para MNR, VAP y MC como se muestra en la figura 95, en donde 79 edificaciones se encuentran en banda y 16 en chaflán (Fig. 90).

En cuanto a la ubicación referente a la parcela el Centro Histórico presenta edificaciones adosadas y aisladas, donde el 99% están adosadas y solo el 1% se encuentran aisladas (VLIR, 2019). Dentro del análisis de las 95 edificaciones independientemente de la tipología, todas se encuentran adosadas.

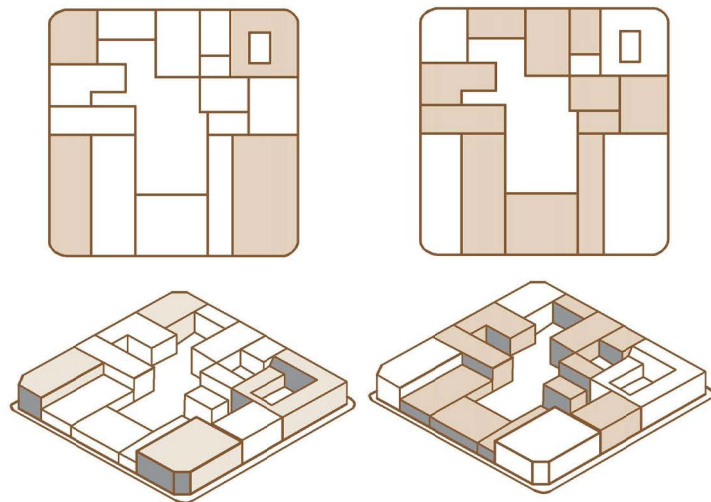


Fig. 88. Edificaciones relativo a la manzana en banda y chaflán.

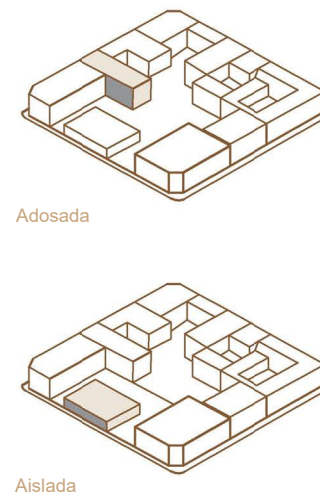


Fig. 89. Edificaciones relativo a la parcela.

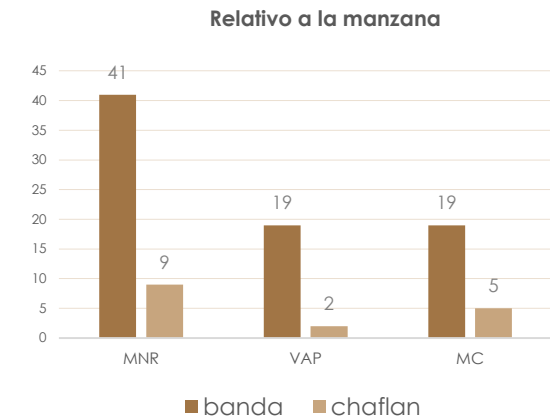


Fig. 90. Número de edificaciones relativo a la manzana.

Ubicación de zonas

La ubicación de las zonas de comercio, residencia y oficina que muestran las plantas de las edificaciones del Centro Histórico generalmente se distribuyen en la parte frontal, central, posterior y en toda la planta, por lo que se ha tomado estos cuatro criterios para determinar las que predominan en MNR, VAP y MC. La determinación de este criterio en planta baja y en planta alta nos da a conocer como se modifica la distribución de las zonas debido a las intervenciones que se realizan en las edificaciones, esto es claramente notorio en aquellas que al aumentar espacios para comercio hace que las zonas residencial y de oficina pasen a formar parte de otra ubicación, es decir la edificación presenta un cambio de uso.

La zona de comercio en planta baja se ubica en la parte frontal y en toda su planta (Fig. 91), aquellas edificaciones que presentan la zona en la parte frontal poseen generalmente la zona residencial en la parte posterior de la planta baja (Fig. 92), mientras que las edificaciones que presentan su predominio de ubicación de comercio en toda su planta baja, tienen la zona residencial en toda su planta alta (Fig. 95), esto debido a que con la implementación de comercio dentro del siglo XIX las edificaciones que generalmente eran de uso residencial pasaron a cambiar a uso mixto (vivienda - comercio).

Mientras que las edificaciones que presentan oficinas en la planta baja ubican esta zona en la parte posterior (Fig. 93), ya que el comercio sigue presente en la parte frontal, mientras que en la planta alta las oficinas se dan en toda su planta (Fig. 96). Finalmente existen edificaciones que son netamente de uso comercial o de uso residencial las cuales presentan su ubicación en toda su planta baja y alta (Fig. 94).

COMERCIO EN P.B

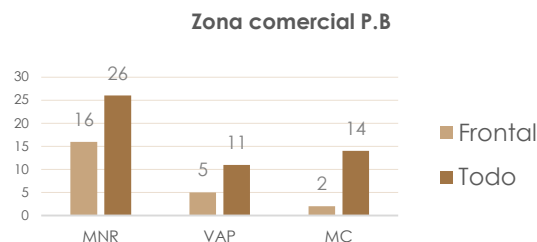


Fig. 91. Ubicación de comercio en planta baja.

RESIDENCIAL EN P.B

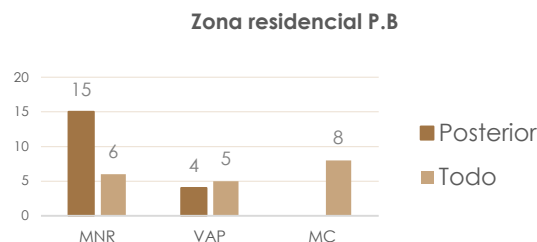


Fig. 92. Ubicación de zona residencial en planta baja.

OFICINAS EN P.B

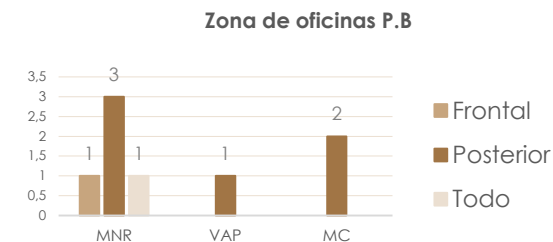


Fig. 93. Ubicación de oficinas en planta baja.

COMERCIO EN P.A

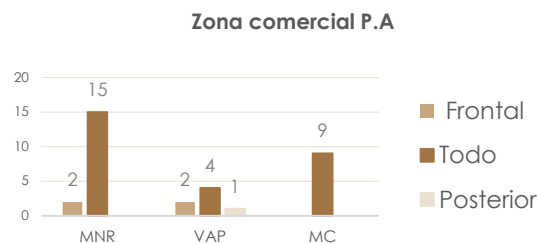


Fig. 94. Ubicación de comercio en planta alta.

RESIDENCIAL EN P.A

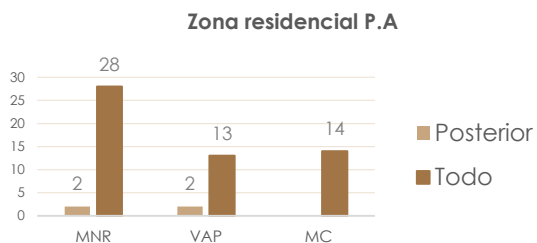


Fig. 95. Ubicación de zona residencial en planta alta.

OFICINAS EN P.A

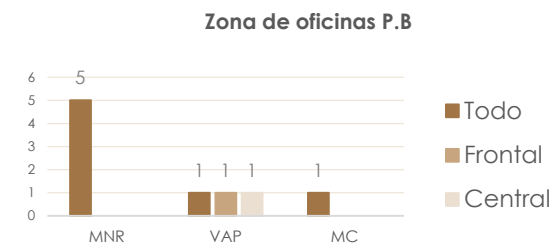


Fig. 96. Ubicación de oficinas en planta alta.

Alineación y continuidad

Dentro de la caracterización del patrimonio edificado del Centro Histórico de Cuenca, esta la variabilidad arquitectónica de las edificaciones dadas por la distribución de sus paredes. El criterio de alineación y continuidad se ha considerado como se explica en el esquema mostrado en la figura 97. Aquí se observa cuando una pared se considera alineada y continua, en donde si la pared está dentro del mismo eje es una pared alineada, y cuando aquella pared no presenta demasiados espacios vacíos o si los espacios vacíos no tienen una distancia mayor de una puerta, se considera una pared continua. Para esta clasificación se ha ignorado las paredes de baño ya que generalmente no se encuentran sobre un eje marcado de la edificación y sus longitudes son despreciables en comparación al resto de paredes.

Una vez entendido el criterio de alineación y continuidad se procedió agruparlas por el número de paredes (Horizontales y verticales) que presentaba cada tipología y hacer una relación de porcentaje de cuantas de las paredes analizadas presentaban una regularidad (alineadas y continuas) (Fig. 98). Este porcentaje se obtuvo de una regla de proporción en donde el número de paredes totales analizadas (NPT) representa el 100% y el número de paredes alineadas y continuas (NPR) representa el porcentaje de regularidad que estas paredes representan con respecto al número total de paredes (NT).

$$\% \text{ de regularidad} = \frac{NPR \times 100}{NPT}$$

NPR. Número de paredes alineadas y continuas
NPT. Número total de paredes analizadas

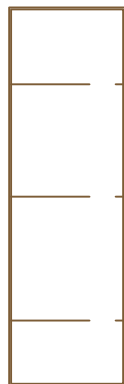
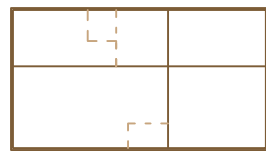


Fig. 98. Esquema de plantas alineadas y continuas.

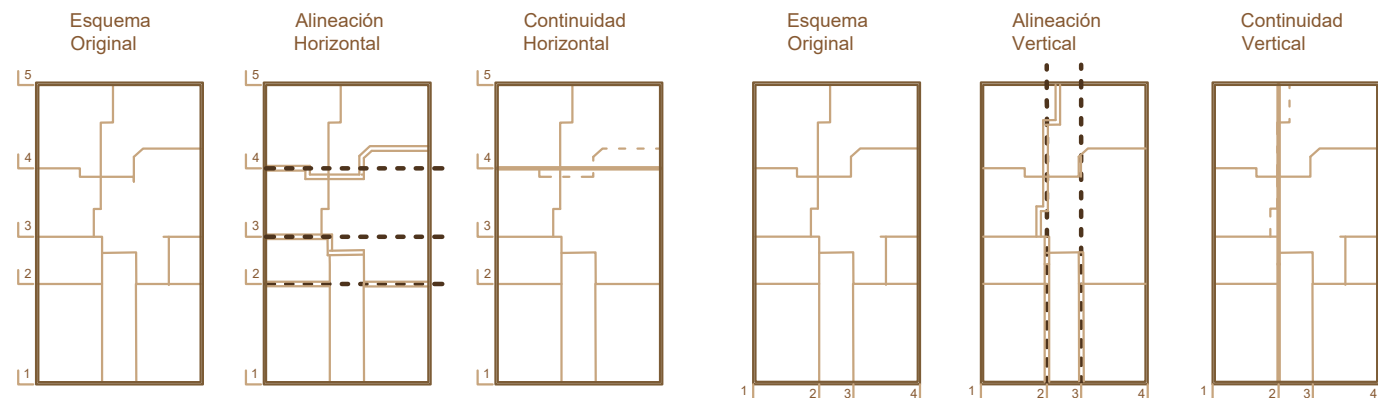


Fig. 97. Esquemas de plantas donde se indica alineación y continuidad horizontal y vertical.

El esquema 1 muestra una edificación que tiene 5 paredes horizontales y 4 paredes verticales. Dentro de las cuales se analiza la alineación y continuidad tanto en el sentido horizontal como vertical.

Para la determinación de alineación horizontal la pared del eje 1 y 4, al ser las paredes perimetrales se encuentran totalmente alineadas, mientras que las paredes 3 y 4 no presentan alineación ya que no está dentro del mismo eje, a diferencia de la segunda pared que si bien presenta espacios vacíos se encuentra en un mismo eje por lo cual está alineada.

Para la continuidad horizontal la pared 1 y 4 están totalmente continuas al ser perimetrales y la 4 es la única pared continua de las internas, ya que no presenta espacios vacíos.

En cuanto a la alineación y continuidad vertical se toma los mismos criterios teniendo como resultado que la pared 1, 3 y 5 están alineadas en el sentido vertical y la paredes 1, 2 y 5 están continuas verticalmente.

Alineación y continuidad

Si bien el trabajo de titulación basa su análisis en edificaciones que no presentan una regularidad en su alineación y continuidad, se ha analizado el porcentaje de la regularidad de sus paredes horizontales y verticales en PB y PA (véase Anexo A3.1 y A3.2). El análisis de estos resultados permite conocer el porcentaje de regularidad de toda la vivienda, en donde los resultados indican que para las edificaciones de MNR, 4 de 46 edificaciones presentan una regularidad en la alineación de sus paredes (Fig. 99), así mismo, se ha determinado que 1 de 20 edificaciones presenta regularidad para VAP (Fig. 100) y 3 de 21 para MC (Fig. 101). La mayoría de estas edificaciones que presentan regularidad, es debido a que no poseen paredes internas; por lo que este resultado se da únicamente por el análisis de sus paredes exteriores que casi siempre presentan una regularidad en su alineación y continuidad. Se muestra también el resultado del análisis de cada tipología en PB y PA (Fig. 102 a la 107), en donde los resultados indican poca variación en los porcentajes con respecto al análisis íntegro de las edificaciones.

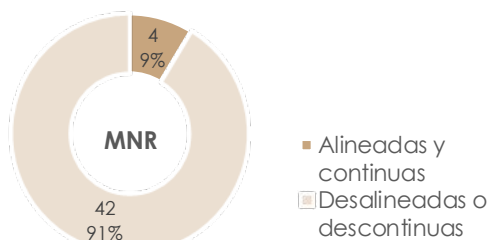


Fig. 99. Alineación y continuidad en viviendas de MNR

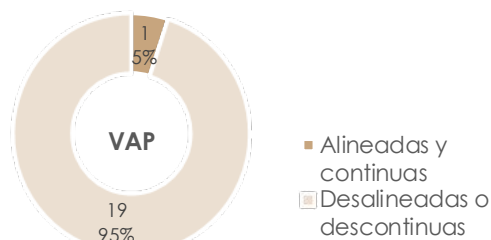


Fig. 100. Alineación y continuidad en viviendas de VAP

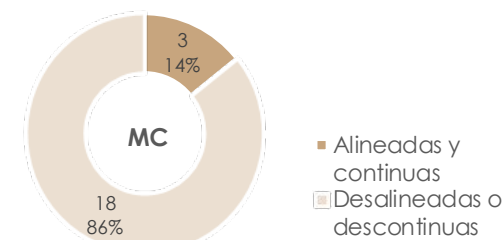


Fig. 101. Alineación y continuidad en viviendas de MC

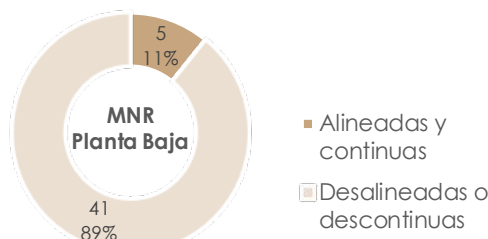


Fig. 102. Alineación y continuidad en PB, viviendas de MNR

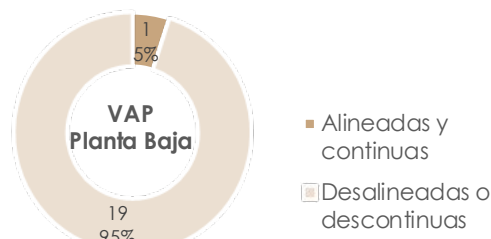


Fig. 103. Alineación y continuidad en PB, viviendas de VAP

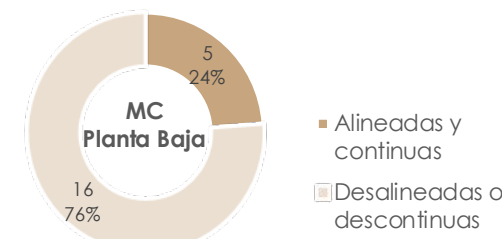


Fig. 104. Alineación y continuidad en PB, viviendas de MC

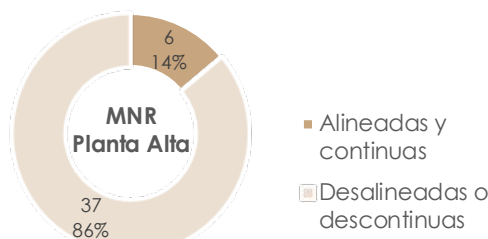


Fig. 105. Alineación y continuidad en PA, viviendas de MNR

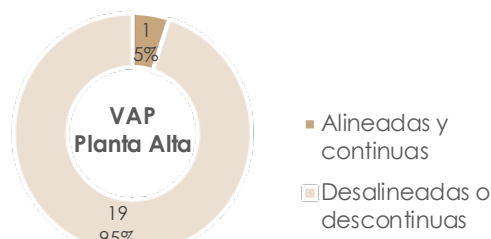


Fig. 106. Alineación y continuidad en PA, viviendas de VAP

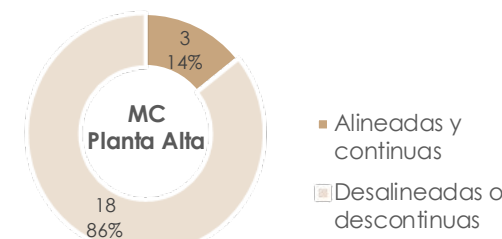


Fig. 107. Alineación y continuidad en PA, viviendas de MC

Alineación en fachada

La característica de alineación en fachada hace referencia a la alineación que presentan sus aberturas, tanto puertas como ventanas, ya que el número de puertas y ventanas varía dependiendo de la tipología (MNR, VAP, MC) y también dependiendo del tamaño de la tipología (pequeño, mediano y grande), eso hace que se den resultados de alineación demasiados extensos es por ello que se creó códigos de alineación que permitieran agrupar las características semejantes que presentan las fachadas (Fig. 108) en donde el código 1 representa aquellas edificaciones que poseen aberturas en planta baja y en planta alta no existen es decir no hay alineación; el código 2 representa edificaciones en donde hay alineación de aberturas lateralmente y en la parte central de la planta alta existe una abertura que no se alinea con ninguna abertura; el código 3 presenta alineamiento de aberturas en toda su fachada; el código 4 se da solo un alineamiento y en la planta baja tiene una abertura que no se alinea; el código 5 es una fachada que presenta aberturas en las que ninguna se alinea y el código 6 es un caso especial para aquellas edificaciones que tienen un hueco en planta baja esto sucede en las edificaciones que poseen un parqueadero en la parte posterior.

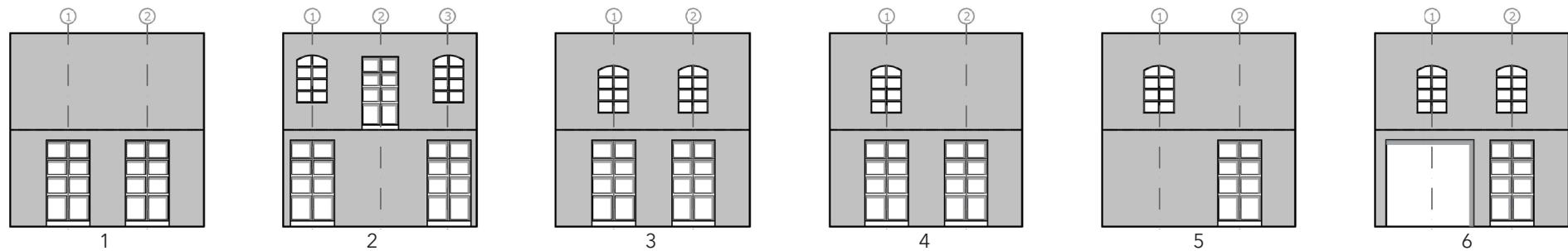


Fig. 108. Códigos de alineación en fachadas.

Como resultado se ha obtenido que tanto para MNR, VAP y MC predomina la fachada completamente alineada (código 3) (Fig. 109, 110 y 111). Esto se da, debido a que las fachadas del centro histórico preservan la simetría ya que a mediados del siglo XIX, si bien transformaron su arquitectura en fachadas, en cuanto a materiales y ornamentación si mantuvieron la estructura y funcionalidad de la arquitectura colonial (Espinosa y Calle, 2002).

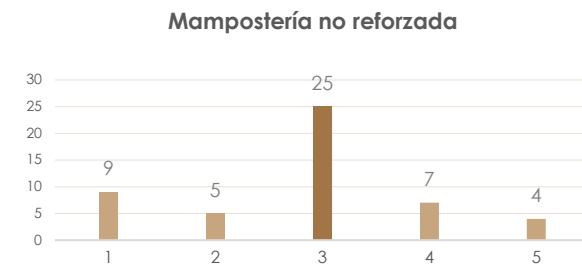


Fig. 109. Código de alineación de MNR.

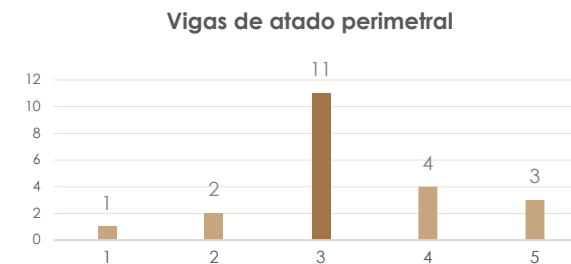


Fig. 110. Código de alineación de VAP.

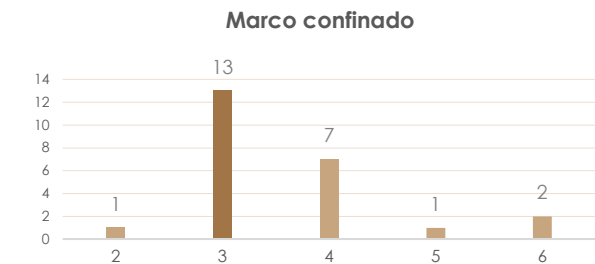


Fig. 111. Código de alineación de MC.

Aberturas

Las aberturas se determinaron contabilizando la cantidad total de puertas, ventanas y vanos en planta baja y en planta alta; la determinación de esta característica permite conocer como las aberturas afectan en cuanto a la resistencia sísmica, ya que una pared sin aberturas no actúa de la misma forma que una pared que presenta aberturas, la cantidad varía dependiendo de la tipología y del tamaño que presenta la misma, también se ha podido observar en aquellos planos que tenían el estado anterior cómo el tipo de intervención que se realizó ha eliminado ventanas y puertas y ha creado vanos o también se da el caso en donde las edificaciones presentan nuevas aberturas debido a la implementación de nuevos espacios.

Para las aberturas tanto puertas como ventanas todas las 95 edificaciones presentan al menos una puerta o una ventana, en el caso de vanos no todas las edificaciones presentan vanos por lo que los resultados se desarrollan a través de 39 edificaciones que si tienen vanos.

Generalmente el número de puertas que predominan en las edificaciones del CHC son alrededor de 7 a 10 en planta baja y de 4, 5 y 11 en planta alta (Fig. 112 y 115). En cuanto al número de ventanas predominan aquellas edificaciones que tienen de 4 a 9 en planta baja y de 4, 6 y 8 en planta alta (Fig. 113 y 116) y las edificaciones que si presentan vanos tienen al menos 1 vano en planta baja tanto para MNR, VAP Y MC, mientras que en la planta alta existe al menos 1 vano en MNR y MC, y 2 vanos en VAP (Fig. 114 y 117). Para mayor detalle de número de puertas, ventanas y vanos en planta baja y alta revisar el anexo A3.3.

Planta baja

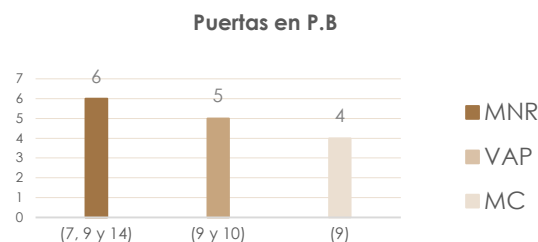


Fig. 112. Número de puerta totales en planta baja.

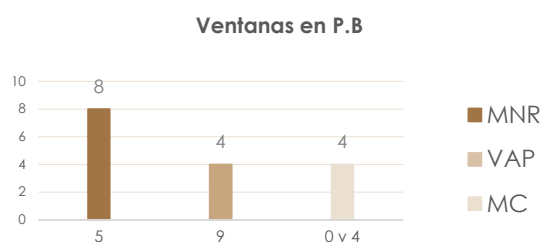


Fig. 113. Número de ventanas totales en planta baja.

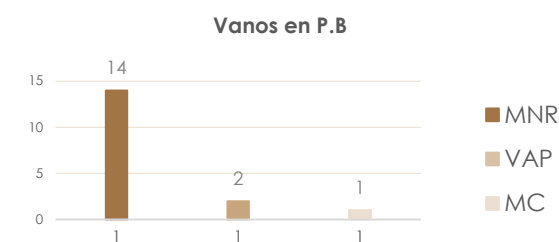


Fig. 114. Número de vanos totales en planta baja.

Planta alta

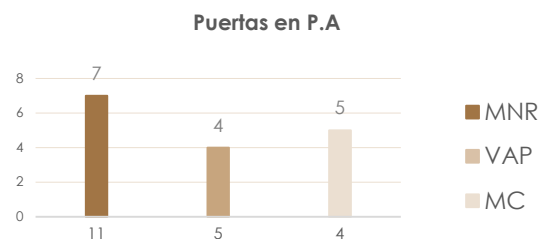


Fig. 115. Número de puertas totales en planta alta.

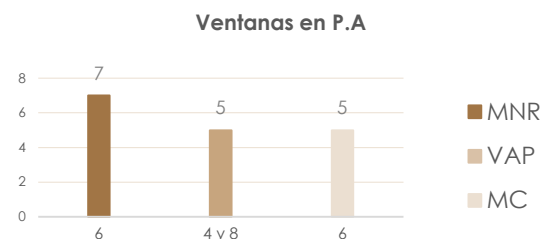


Fig. 116. Número de ventanas totales en planta alta.

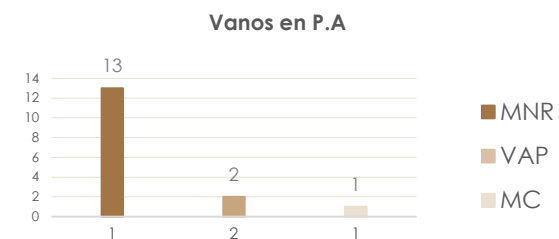


Fig. 117. Número de vanos totales en planta alta.

3.1.4. Pisos y Cubiertas

Cubierta

Desde la época neocolonial la estructura de madera de la cubierta ha formado parte del sistema tradicional constructivo del CHC, mientras que el empleo de la teja como recubrimiento tiene influencia a mediados del siglo XVI y ha resistido las tendencias estilísticas del siglo XX por lo que la importancia de la teja se recalca, sin embargo aparecieron nuevos materiales como asbesto cemento y losas de hormigón haciendo que se disminuyera la teja como principal material. Para esta característica se ha creado sub categorías tales como: 1. Cubierta por la tipología referida a cubierta inclinada, plana o mixta; 2. Cubierta por el material, en el que se divide en teja artesanal, industrial, asbesto cemento, losa u otro; 3. Cubierta por el material de cercha si la cercha es de madera o metal y 4. Cubierta por el número de aguas de 1 hasta 6 o mas aguas. Los resultados demuestran que la cubierta que predomina en el CHC son las cubiertas inclinadas de estructura de madera con teja artesanal y de 6 o más aguas en donde se comprueba lo antes mencionado (Fig. 118, 119, 120 y 121). Para ver más a detalle la clasificación de cubierta revisar Anexo A3.4.

1. CUBIERTA POR LA TIPOLOGÍA

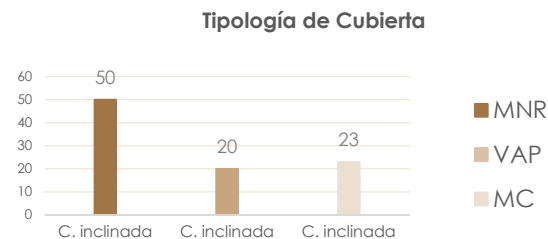


Fig. 118. Clasificación de cubierta por la tipología.

2. CUBIERTA POR EL MATERIAL

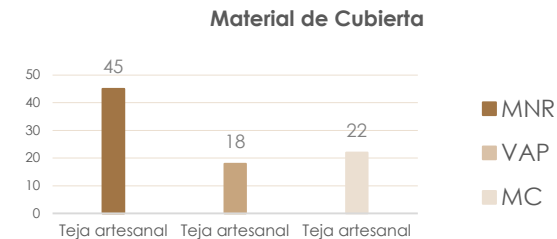


Fig. 119 Clasificación de cubierta por el material.

3. CUBIERTA POR EL MATERIAL DE CERCHA

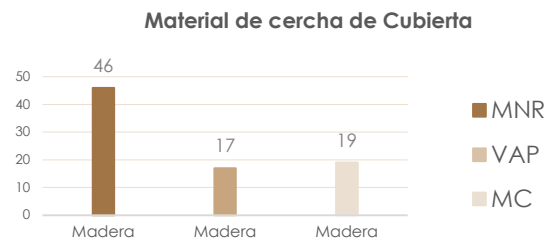


Fig. 120. Clasificación de cubierta por el material de cercha.

4. CUBIERTA POR EL NÚMERO DE AGUAS

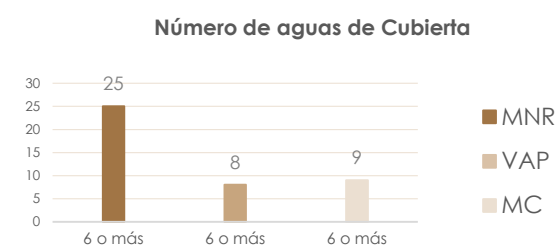


Fig. 121. Clasificación de cubierta por el número de aguas.

Elementos no estructurales

Los elementos no estructurales incorporados a las viviendas pueden significar una variable al analizar su estructura. En el área de estudio se han encontrado algunos de estos elementos como: protección de ventanas, galerías, balcones, gradas exteriores y cornisas. Estos, al ser elementos no estructurales, no han sido considerado para la caracterización, sin embargo se ha marcado cuando estos están presentes en cada tipología. Dentro de MNR se observa que la mayoría de edificaciones presentan balcones y cornisas que hacen referencia a su tipología (Fig. 122). Así mismo, dentro de las viviendas de VAP y MC, el uso de balcones sigue siendo significativo, así como la número de viviendas con gradas exteriores (Fig. 123 y 124).

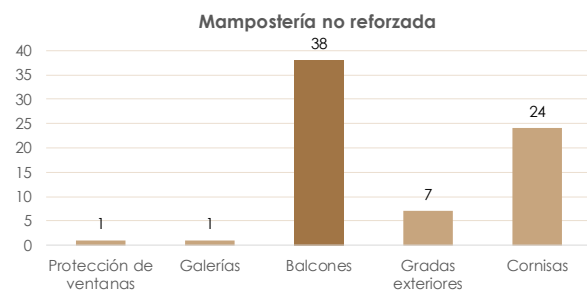


Fig. 122. Cantidad de elementos no estructurales de MNR.

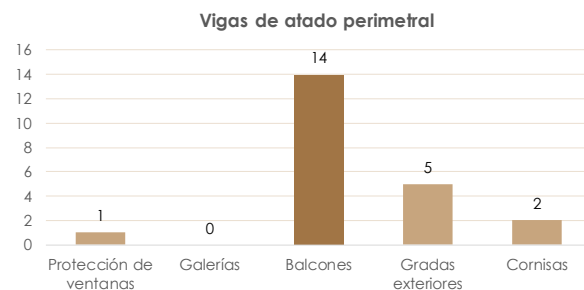


Fig. 123. Cantidad de elementos no estructurales de VAP.

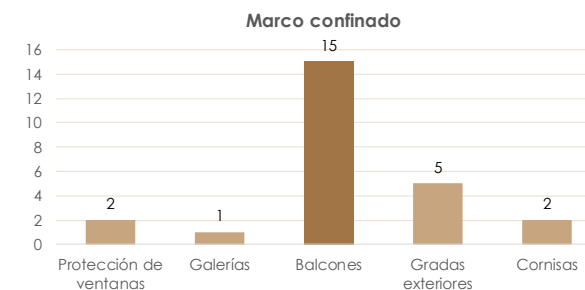


Fig. 124. Cantidad de elementos no estructurales de MC.



3.2 Características de las tipologías del CHC.

Los parámetros utilizados dentro de una caracterización dependen del fin para el que vayan a ser aplicados. En nuestro caso, la caracterización se orienta a determinar características predominantes de las tipologías representativas en el centro histórico de Cuenca y que estas puedan ser utilizadas en el estudio de su comportamiento sísmico. Para ello se han analizado de manera detallada 19 variables que engloban características arquitectónicas, geométricas y mecánicas de cada una de las 95 edificaciones. Estas variables son:

1. Variables geométricas:

1. Área de plantas
2. Relaciones de aspecto (Frente/Fondo)
3. Espesor de paredes externas
4. Espesor de paredes internas
5. Altura de planta baja
6. Altura de planta alta

Dentro de esta variable también está el número de plantas, sin embargo no se detalla específicamente ya que tesis se basó en edificaciones de dos pisos.

2. Variables arquitectónicas:

7. Clasificación por la forma externa
8. Clasificación por la distribución de paredes
9. Clasificación por la forma geométrica

10. Patrón de planta
11. Ubicación de acceso
12. Ubicación de escaleras
13. Ubicación de patios
14. Ubicación de crujías
15. Patrón de abertura
16. %Total de fachada

Los criterios de ubicación de accesos, escaleras, patios y crujías están dentro de la variable distribución de paredes. Los criterios patrón de aberturas y porcentaje de aberturas en fachada están dentro del criterio aberturas. Dentro de la variabilidad arquitectónica se añadió el criterio de patrón de planta ya que este criterio representa una característica importante al momento de determinar la caracterización.

3. Variables mecánicas:

17. Rigidez en el plano del sistema: en la que se especifica el material de piso (entrepiso)
18. Densidad horizontal
19. Densidad vertical

Dentro de esta variable se encuentra también la determinación de calidad de paredes la cual se indica de una manera más general mediante la elaboración de un mapa elaborado en la plataforma de GIS (Sistema de Información Geográfica), el cual nos indica el estado en el que se encuen-

tran las paredes.

Para el análisis de los resultados de cada variable se han aplicado criterios de MODA, mediana y media aritmética. El criterio de MODA se aplica para todas las características que presentan un valor repetitivo en las que se pueden agrupar tales como forma de plantas, clasificación, ubicaciones de espacios: acceso, escalera, patios y crujías, patrón de abertura, patrón de planta y materialidad del piso, sin embargo para el resto de características la selección de resultados se hace dependiendo de la tipología y del tamaño siendo así que para MNR pequeño, mediana y grande se aplica la media aritmética y el resultado que se toma es el valor mas próximo a este. Para VAP pequeño y mediano se establecen rangos aplicados con la desviación estándar ya que en esta tipología los datos son menores en comparación a MNR, sin embargo VAP grande ya que presenta 10 edificaciones se aplica lo anterior mencionado que es el criterio de la media aritmética. Finalmente MC pequeño al presentar de la misma manera 10 edificaciones se aplica la media aritmética y para MC mediano y grande al tener edificaciones menores a 10 se aplica el criterio de rango en donde se determina el resultado con la desviación estándar.

Posterior a esto, se realizan las consultas generales mostrando los resultados definitivos para la selección de dos casos de estudios dentro de los cuales deben cumplir con el mayor porcentaje de características de las 19 variables.

3.2.1. Variables Geométricas

1. Área en planta baja

Con el fin de aproximar los resultados a un escenario mas realista se ha profundizado en una clasificación a niveles sub-tipológicos. Esta sub-división permite analizar características que presentan variaciones dependiendo del área de las viviendas. El área en planta permite determinar la variabilidad geométrica de las edificaciones, ya que su área esta ligada a su uso y configuración general. Los resultados obtenidos muestran que para MNR pequeño, el área representativa esta entre 55,52- 120,27 m², para MNR mediano, se encuentra entre 152,5-205,6 m² y para MNR grande entre 258,55-343,25 m²; para VAP pequeño, el valor promedio es de 92,26 m², para VAP mediano 167,71 m² y para VAP grande, este se encuentra entre 220,01-281,29 m²; finalmente, para MC pequeño tenemos valores representativos entre 59,07-103,55 m², para MC mediano, su valor promedio es de 155,51 m² y para MC grande este es de 229,71 m². Estos resultados permiten determinar viviendas cuya área corresponde a estos valores y que pueden ser tomadas tentativamente como representativas en cada sub-tipología.

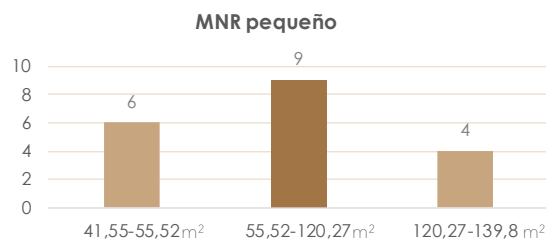


Fig. 125. Rangos de área para MNR pequeño

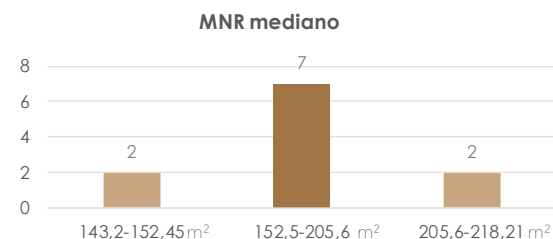


Fig. 126. Rangos de área para MNR mediano

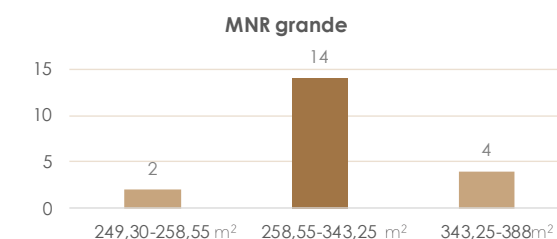


Fig. 127. Rangos de área para MNR grande

Clasificación de Tipología	Área en Planta Baja
VAP pequeño	67,33
	72
	102,15
	105,48
	115,36
PROMEDIO	92,46

Tabla 5. Valor promedio de área para VAP pequeño

Clasificación de Tipología	Área en Planta Baja
VAP mediano	134,5
	156,7
	162,78
	179,6
	180,9
PROMEDIO	167,71

Tabla 6. Valor promedio de área para VAP mediano

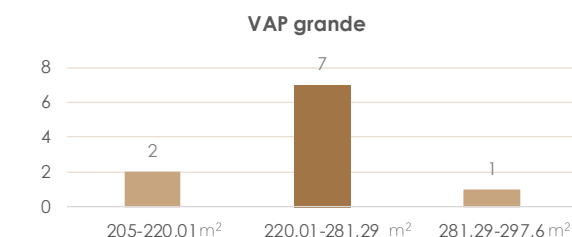


Fig. 128. Rangos de área para VAP grande

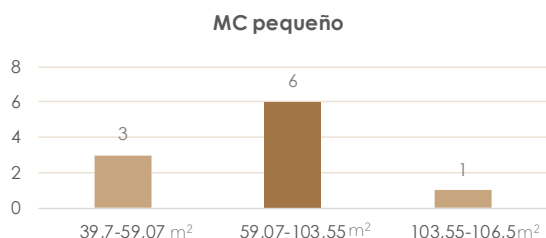


Fig. 129. Rangos de área para MC pequeño

Clasificación de Tipología	Área en Planta Baja
MC mediano	119,97
	128
	151,17
	153,66
	164,6
	176,91
	178,68
	179,1
PROMEDIO	156,51

Tabla 7. Valor promedio de área para MC mediano

Clasificación de Tipología	Área en Planta Baja
MC grande	203,12
	215,2
	223
	233,6
	235,44
	267,9
PROMEDIO	229,71

Tabla 8. Valor promedio de área para MC grande

2. Relación de aspecto

La relación de aspecto es una característica de variabilidad arquitectónica ya que se hace relación a la forma que presenta la planta ya que se obtiene de la división de la longitud de frente con la longitud de fondo. Los resultados indican que para MNR pequeña se dan valores que van desde 0,37 m hasta 0,72m, para MNR mediana los valores que predominan son los que van de 0.18 a 0.88 m y para MNR grande predominan valores de 0.24 a 0.84m; en el caso de VAP pequeña y mediana se ha tomado el valor de la mediana indicando que son 0.70 m y 0.65 m respectivamente, para VAP grande predominan los valores que están dentro del rango de 0.19 a 0.89m, finalmente MC pequeña muestra predominio en valores de 0.61 a 1.30m y MC mediano y grande tomados los valores de la mediana están 0.93 y 0.82 m respectivamente.

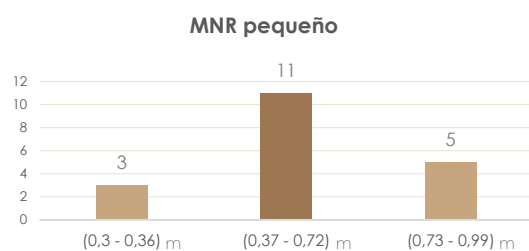


Fig. 130. Relación de aspecto en MNR pequeña.

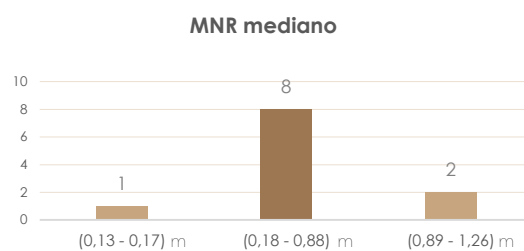


Fig. 131. Relación de aspecto en MNR mediana.

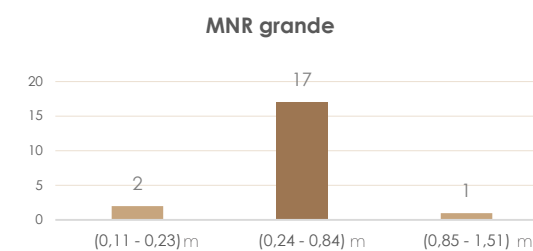


Fig. 132. Relación de aspecto en MNR grande.

Clasificación de Tipología	Relación de Aspecto (L1/L2)
VAP pequeño	0,39
	0,58
	0,7
	0,87
	1,24
PROMEDIO	0,76

Tabla 9. Relación de aspecto en VAP pequeña.

Clasificación de Tipología	Relación de Aspecto (L1/L2)
VAP mediano	0,35
	0,41
	0,55
	0,65
	0,75
PROMEDIO	0,62

Tabla 10. Relación de aspecto en VAP mediana.

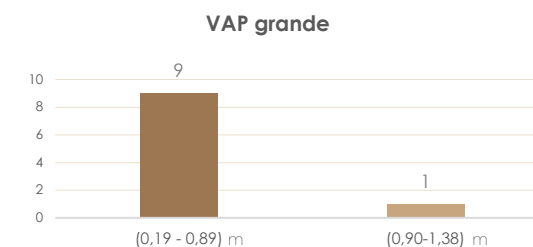


Fig. 133. Relación de aspecto en VAP grande.

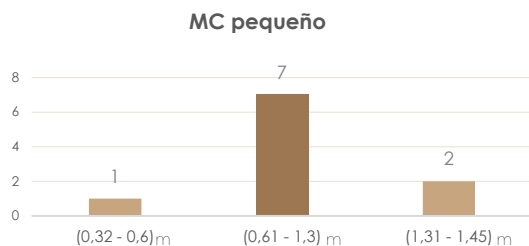


Fig. 134. Relación de aspecto en MC pequeña.

Clasificación de Tipología	Relación de Aspecto (L1/L2)
MC mediano	0,39
	0,44
	0,45
	0,85
	0,93
	1,41
	1,42
PROMEDIO	0,96

Tabla 11. Relación de aspecto en MC mediana.

Clasificación de Tipología	Relación de Aspecto (L1/L2)
MC grande	0,21
	0,53
	0,71
	0,82
	1,45
PROMEDIO	0,87

Tabla 12. Relación de aspecto en MC grande.

3. Espesor de paredes exteriores

Los espesores de paredes dentro del área de estudio están ligados a cada tipología y por ende al año de su construcción. Las edificaciones mas antiguas (MNR), presentan espesores mas anchos en relación a las viviendas de VAP y MC, haciendo referencia a las características de su sistema constructivo. Con la aparición del ladrillo, los espesores de las paredes disminuyen considerablemente especialmente en las viviendas de MC, en donde las paredes pasan a ser un elemento netamente divisorio y conformador de espacios; sin embargo, en las viviendas de VAP, estas continúan teniendo un espesor considerable ya que continúan teniendo una función estructural portante. Dentro del área de estudio tenemos para las viviendas de MNR pequeña, un valor representativo de 40 cm seguido de 30 cm, para MNR mediano, este valor aumenta a 60 cm y para MNR grande, nuevamente aumenta a 80cm; para las viviendas de VAP pequeño, mediano y grande, el valor más representativo es de 15 cm, teniendo variaciones que llegan hasta los 60 cm en VAP grande. Así mismo, para las viviendas de MC pequeño, mediano y grande, el valor mas representativo es de 15 cm con pocas variaciones que llegan a los 30 cm en VAP mediano y grande. Estos resultados se han determinado de manera más global ya que son los que se repiten sin embargo existe variación por lo cual a detalle se recomienda ver Anexo A4.1.

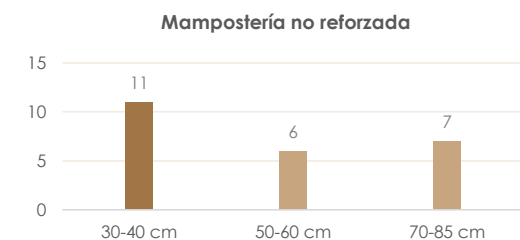


Fig 135. Espesor de pared exterior en MNR..

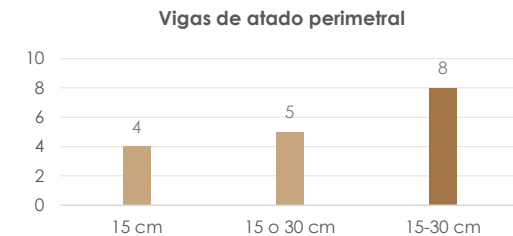


Fig. 136. Espesor de pared exterior en VAP.

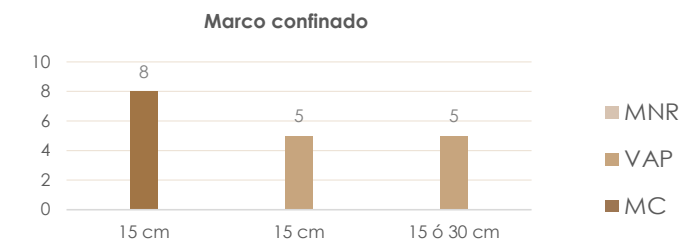


Fig. 137. Espesor de pared exterior en MC.

4. Espesor de paredes interiores

Dentro del espesor de las paredes interiores existe una variación con respecto a las exteriores solamente en las edificaciones de MNR, esto debido a que en esta tipología, las paredes interiores, en muchos casos, no tienen una función estructural siendo solamente divisorias. Para las edificaciones de VAP y MC los valores de espesores externos e internos parecen ser constantes. Es así que tenemos para MNR pequeña, un valor representativo de 20 cm seguido de 30 cm, para MNR mediano, este valor se mantiene en 20 cm y para MNR grande, este aumenta a 30cm; para las viviendas de VAP pequeño, mediano y grande, el valor sigue siendo igual al espesor exterior, es decir de 15 cm, con variaciones que llegan hasta los 30 cm (VAP grande). Así mismo, para las viviendas de MC pequeño, mediano y grande, el valor mas representativo sigue siendo de 15 cm con muy pocas variaciones. Para mayor detalle de clasificación ver Anexo A4.2.

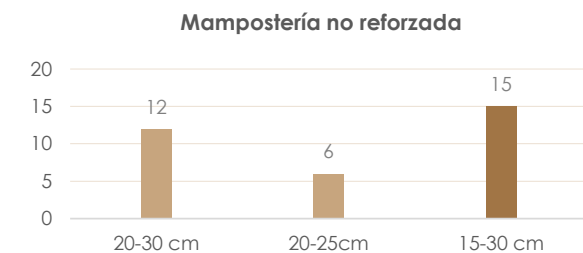


Fig. 138. Espesor de pared interior en MNR.

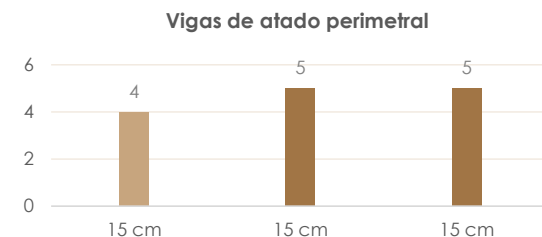


Fig. 139. Espesor de pared interior en VAP.

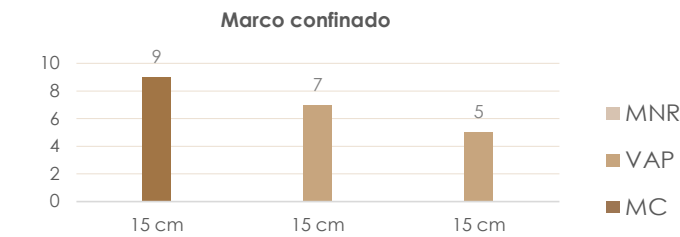


Fig. 140. Espesor de pared interior en MC.



5. Altura en Planta baja

En la época republicana se da la diferencia más notable en cuanto alturas de piso, ya que el empleo de nuevos sistemas constructivos alteraron las alturas originales, esto se ha podido evidenciar en las edificaciones de MNR y VAP, que, al poseer muros portantes, presentan una mayor esbeltez en sus paredes, lo cual repercute directamente en el aumento de su altura. Además, en el caso de las edificaciones de MNR, el uso de arcos y bóvedas para salvar luces da como resultado el aumento de la altura de sus paredes. En cuanto al análisis de los resultados se tiene que la medida de altura que se da en P.b para MNR pequeño se da mayoritariamente en las edificaciones que presentan alturas de 2.75 a 3.79 m, para MNR mediana están las alturas que van de 2.90 a 3.85 m y para MNR grande las alturas correspondientes son de 3.19 a 3.97 m. En el caso de VAP los valores de la mediana son 2.7m para VAP pequeña y 3.20 m para VAP mediana, y alturas entre 2.84 y 3.56 m predominan en VAP grande. Las alturas de MC pequeño van de 2.53 a 3.35m, para MC mediano esta el valor de la mediana que es 2.76m y para MC grande la altura correspondiente es 3.35m.

MNR pequeño

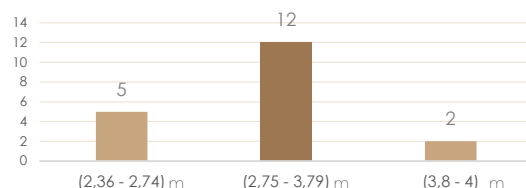


Fig. 141. Altura planta baja en MNR pequeña.

MNR mediano

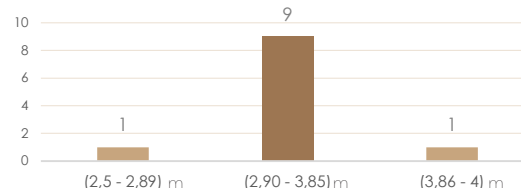


Fig. 142. Altura planta baja en MNR mediana.

MNR grande

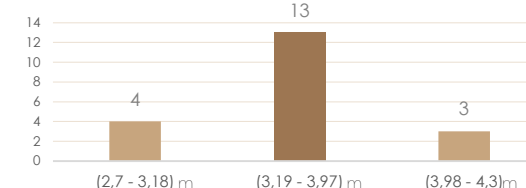


Fig. 143. Altura planta baja en MNR grande.

Clasificación de Tipología	Altura Planta baja (m)
VAP pequeño	2,3
	2,7
	2,7
	2,7
	3
PROMEDIO	2,68

Tabla 13. Altura planta baja en VAP pequeña.

Clasificación de Tipología	Altura Planta baja (m)
VAP mediano	2,68
	2,88
	3,15
	3,2
	3,79
	3,9
PROMEDIO	3,27

Tabla 14. Altura planta baja en VAP mediana.

VAP grande

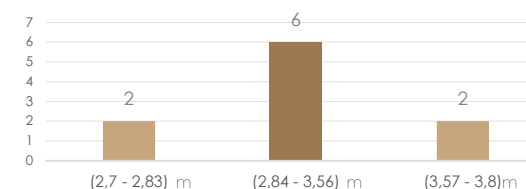


Fig. 144. Altura planta baja en VAP grande.

MC pequeño

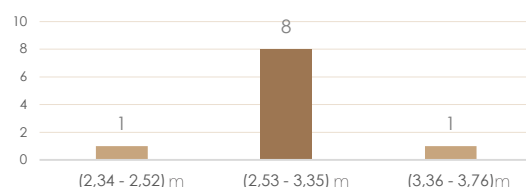


Fig. 145. Altura planta baja en MC pequeña.

Clasificación de Tipología	Altura Planta baja (m)
MC mediano	2,34
	2,6
	2,65
	2,7
	2,7
	2,76
	3,3
	3,63
	2,84
PROMEDIO	2,84

Tabla 15. Altura planta baja en MC mediana.

Clasificación de Tipología	Altura Planta baja (m)
MC grande	2,68
	2,9
	3,35
	3,5
	3,75
	4,1
PROMEDIO	3,38

Tabla 16. Altura planta baja en MC grande.

6. Altura en Planta alta

La altura en PA generalmente es la misma que en PB, sin embargo, existen variaciones que marcan una pequeña disminución de la altura en PA con respecto a la de PB. Esto podría responder a la diferencia de uso en plantas con la que fueron construidas estas edificaciones, en donde la PB era diseñado para espacios sociales, accesos y patios que requerían mayor amplitud; mientras que la PA albergaba espacios más privados como habitaciones de descanso que no requerían mayor altura. Los resultados demuestran que para MNR pequeña el rango de alturas que predomina va de 2.4 a 3.69m, para MNR mediano el rango de alturas va de 2.64 a 3.94m y para MNR grande la altura está en el rango de 2.6 a 3.64m. Para la tipología de VAP pequeña el valor de la mediana es la altura de 2.7m, para VAP mediana el valor es 3.1 y para VAP grande el rango de alturas va de 2.44 a 3.58m. Finalmente la tipología MC pequeña tiene valores que van de 2.58 a 3.49 m, La altura tomada del valor de la mediana para MC mediano es 2.9 y para MC grande es 3.05m.

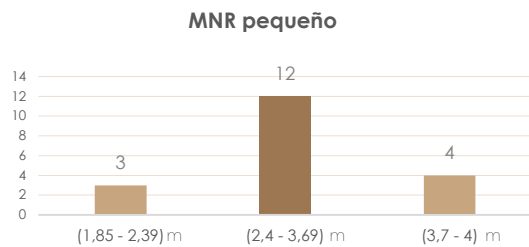


Fig. 146. Altura planta alta en MNR pequeña.

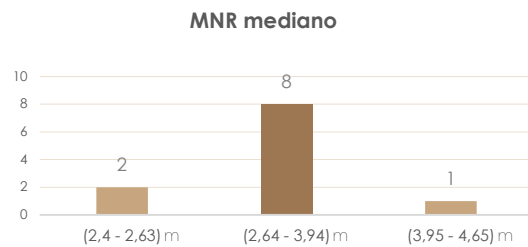


Fig. 147. Altura planta alta en MNR mediana.

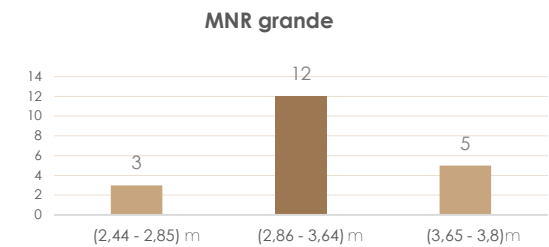


Fig. 148. Altura planta alta en MNR grande.

Clasificación de Tipología	Altura Planta alta (m)
VAP pequeño	2,6
	2,6
	2,7
	2,7
	3
PROMEDIO	2,72

Tabla 17. Altura planta alta en VAP pequeña.

Clasificación de Tipología	Altura Planta alta (m)
VAP mediano	2,4
	2,4
	2,6
	3,1
	3,43
	3,7
PROMEDIO	2,94

Tabla 18. Altura planta alta en VAP mediana.

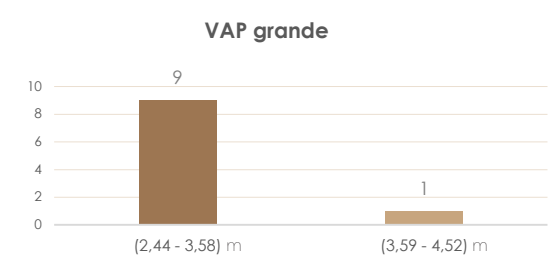


Fig. 149. Altura planta alta en VAP grande.

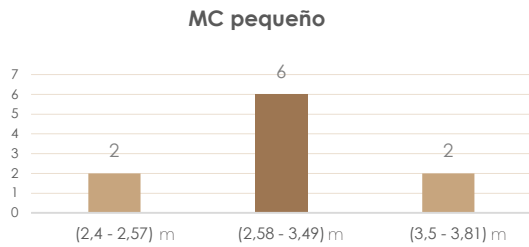


Fig. 150. Altura planta alta en MC pequeña

Clasificación de Tipología	Altura Planta alta (m)
MC mediano	2,4
	2,5
	2,55
	2,8
	2,9
	3
	3,04
	3,75
	2,87
PROMEDIO	2,87

Tabla 19. Altura planta alta en MC mediana.

Clasificación de Tipología	Altura Planta alta (m)
MC grande	2,38
	2,76
	3,05
	3,5
	3,7
	3,8
	3,20
PROMEDIO	3,20

Tabla 20. Altura planta alta en MC grande.

3.2.2. Variables Arquitectónicas

7. Clasificación por la forma externa

La presencia de plantas de geometría regular o cuasi-regular representa el 92% de las edificaciones analizadas, teniendo que de las 95 edificaciones, solamente 8 presentan una forma irregular y 87 presentan una forma regular, en donde el rectángulo vertical es la forma geométrica más común. De esta manera, se da terminado que para las edificaciones de MNR, existe 4 edificaciones con una geometría irregular pertenecientes a MNR mediano; para las edificaciones de VAP, solo se ha identificado una edificación irregular perteneciente a VAP grande; finalmente para las edificaciones de CM, se ha identificado 3 edificaciones irregulares distribuidas en cada sub-tipología (MC pequeño, mediano y grande).

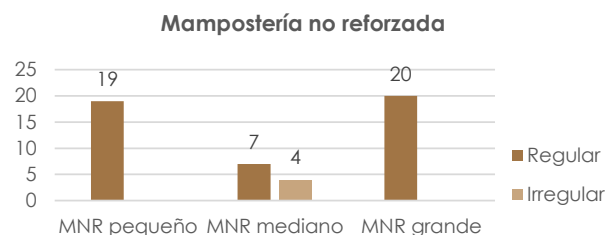


Fig. 151. Clasificación por la forma MNR

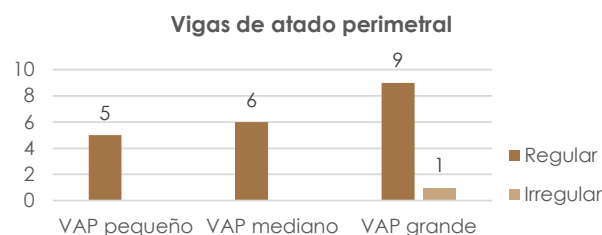


Fig. 152. Clasificación por la forma VAP

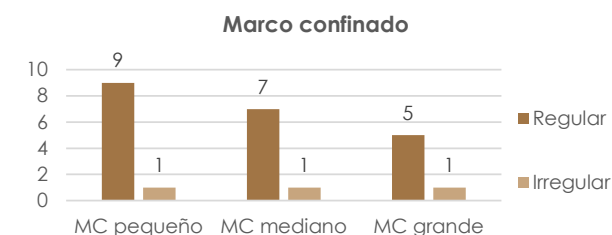


Fig. 153. Clasificación por la forma MC

8. Clasificación por la distribución de paredes

El cambio de uso y las intervenciones realizadas en las edificaciones del CHC, en donde el derrocamiento e implementación de paredes ha irrumpido con la tipología inicial de las edificaciones dando como resultado una distribución irregular de sus paredes internas, hace que esta sea una característica representativa de las edificaciones y por ende de esta investigación. El resultado es que de las 95 edificaciones analizadas, el 96% presenta una distribución irregular de sus paredes, dando así fundamento para su selección y posterior análisis como edificaciones que cumplen con los parámetros para esta investigación. EL análisis de las edificaciones permite determinar solamente 4 edificaciones que presentan una distribución regular de sus paredes, encontrándose estas dentro de la tipología de MNR (3 en MNR pequeño y 1 en MNR mediana); así mismo, como se muestran en los gráficos, no existe este tipo de edificaciones dentro de VAP Y MC.

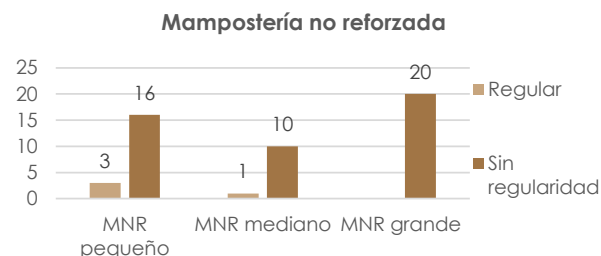


Fig. 154. Clasificación por la distribución de paredes MNR

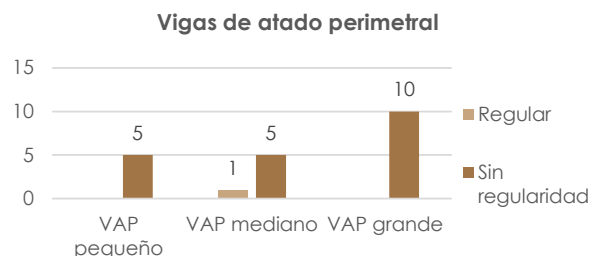


Fig. 155. Clasificación por la distribución de paredes VAP

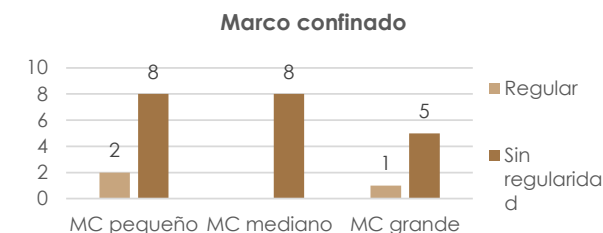


Fig. 156. Clasificación por la distribución de paredes MC

9. Clasificación por la forma geométrica

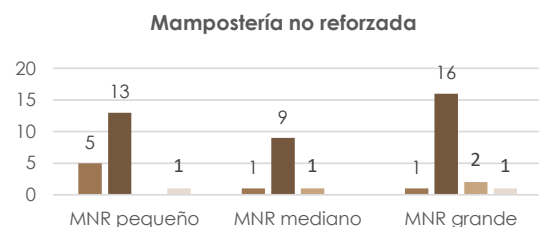


Fig. 157. Valores de formas de planta para MNR

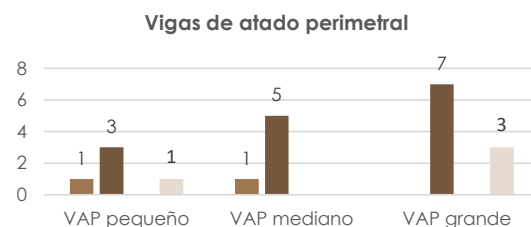


Fig. 158. Valores de formas de planta para VAP

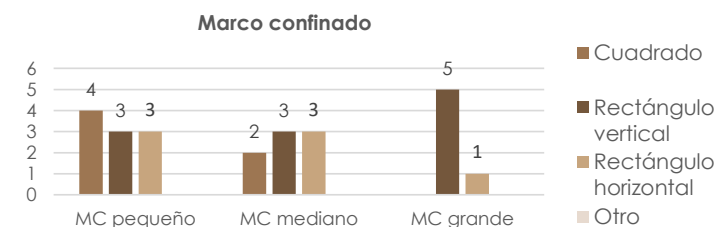


Fig. 159. Valores de formas de planta para MC

Patrón de plantas

El análisis geométrico de las edificaciones mediante su planta arquitectónica trata de determinar las edificaciones que presentan cierta simetría (regulares) en sus plantas que permita su posterior análisis dentro de la caracterización, es por esto que se desprecia aquellas edificaciones que presentan formas irregulares o con "protuberancias" que impiden su análisis en conjunto con el resto de edificaciones. Sin embargo, su identificación es importante para conocer su presencia en el área de estudio e incluirlas en futuras investigaciones. Dentro de la forma regular de las plantas, se ha considerado aquellas edificaciones que presentan formas cuadrangulares o rectangulares. Posteriormente, se ha analizado cada una de estas edificaciones para determinar patrones de distribución de las paredes en planta. El resultado han sido 9 tipologías (Fig. 160) cuya distribución de paredes depende del área, uso y tipología de las edificaciones, teniendo así:

- Patrón 1.** Edificaciones que no presentan paredes internas o estas son despreciables. En su gran mayoría son edificaciones con uso netamente comercial.
- Patrón 2.** Edificaciones de forma rectángulo vertical en donde estas presentan una segmentación marcada que parece dividir en planta en dos.
- Patrón 3.** Este patrón presenta un espacio marcado de circulación perpendicular a su fachada, en donde los espacios se desarrollan hacia uno de sus costados.
- Patrón 4.** Este patrón se caracteriza por la presencia de un espacio que cubre toda la longitud de su frente, usado generalmente para comercio. Presenta una especie de malla posterior conformada por mas espacios.
- Patrón 5.** Este patrón se caracteriza por la presencia de un patio central que es el eje articulador de los espacios de la edificación.
- Patrón 6.** Este patrón se caracteriza por presentar una eje central (pared) que divide verticalmente los espacios de la edificación.
- Patrón 7.** Se caracteriza por la segmentación vertical de la planta en edificaciones que presentan una sola división horizontal.
- Patrón 8.** Se caracteriza por una distribución de paredes en forma de malla, en donde generalmente el eje central vertical se lo utiliza como circulación.
- Patrón 9.** Se caracteriza por edificaciones en forma de rectángulo horizontal, en donde existen paredes que fraccionan verticalmente la planta.

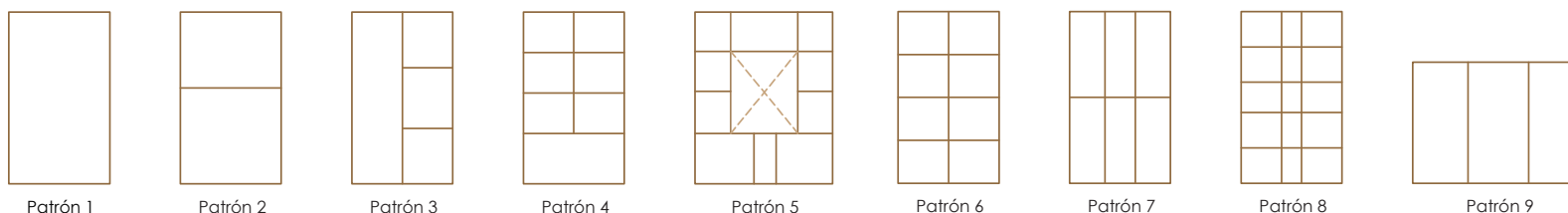


Fig. 160. Patrones de distribución de paredes

10. Clasificación por el patrón de planta

Los resultados muestran ciertos patrones repetitivos en todas las tipologías lo cual hace referencia a que estos son el resultado de intervenciones que se han dado en los últimos años con el fin de cambiar el uso de las edificaciones. Dentro de MNR pequeño, existe la presencia de casi todos los patrones encontrados lo que hace referencia a que no existe una tipología marcada, sin embargo se ha escogido el patrón 2, 3, 4 y 7 como representativos ya que estos presentan a la mayor cantidad de edificaciones; para MNR mediano, existe un número elevado de edificaciones que no pertenecen a un patrón determinado, sin embargo se ha seleccionado el patrón 3 como representativo ya que abarca el mayor número de edificaciones; para MNR grande, se ha escogido el patrón 7 ya que se considera como representativo de esta sub-tipología. Para las viviendas de VAP, no se encontrado un patrón que predomine en ninguna sub-tipología por lo que no se desprecia ningún patrón. Así mismo, para las viviendas de MC, no se encuentra una patrón representativo en las edificaciones de MC mediano y grande por lo que no se desprecia ningún patrón, sin embargo, dentro de MC pequeño, se selecciona los patrones 1 y 9 como representativos ya que abarcan el mayor número de edificaciones. Para mayor detalle ver Anexo A5.1.

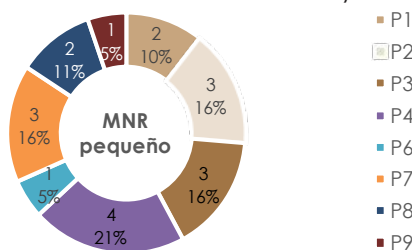


Fig. 161. Porcentaje de patrones de planta MNR pequeño

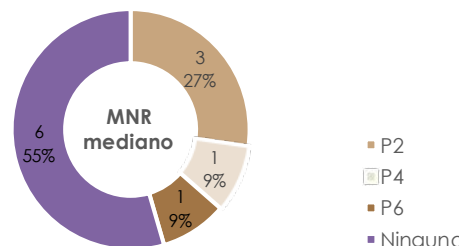


Fig. 162. Porcentaje de patrones de planta en MNR mediano

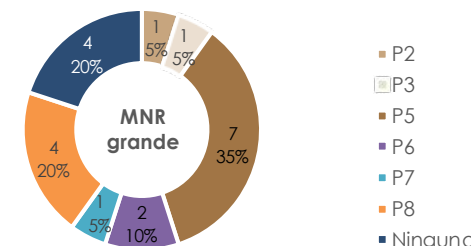


Fig. 163. Porcentaje de patrones de planta en MNR grande

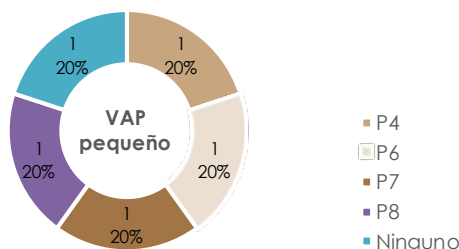


Fig. 164. Porcentaje de patrones de planta en VAP pequeño

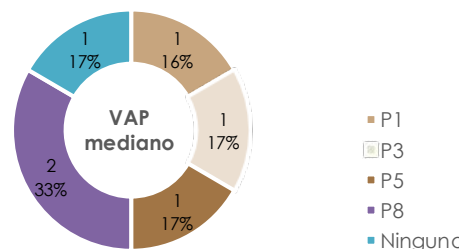


Fig. 165. Porcentaje de patrones de planta en VAP mediano

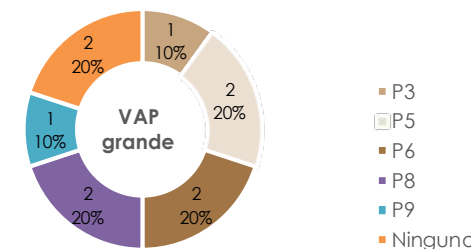


Fig. 166. Porcentaje de patrones de planta en VAP grande

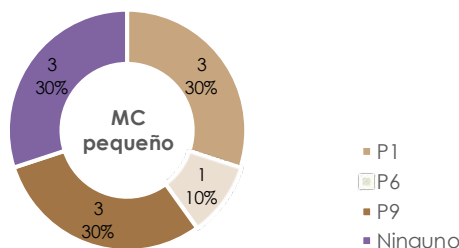


Fig. 167. Porcentaje de patrones de planta en MC pequeño

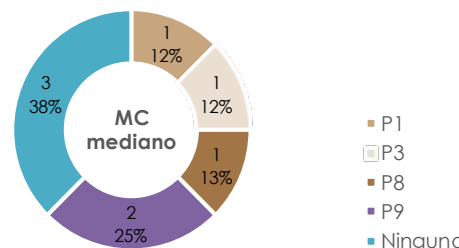


Fig. 168. Porcentaje de patrones de planta en MC mediano

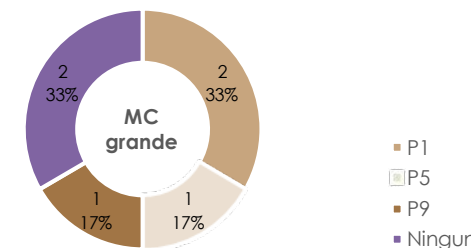


Fig. 169. Porcentaje de patrones de planta en MC grande

Ubicación de los espacios

El espacio interior que se da en el centro histórico mantiene una tipología colonial, en donde cada ambiente se da alrededor de uno o mas patios (I. Municipalidad de Cuenca, 1998, p.17) ya que aquí se desarrollaba la vida familiar y social, sin embargo en la época republicana el ambiente protagonista lo ocuparon los salones y los dormitorios pues estos mostraban el nivel social y económico de sus dueños debido a los decorados que mostraban los espacios (Mogrovejo, 2013). Sin embargo, el factor económico que adoptó el Centro Histórico a mediados del siglo XX muestra variaciones en los espacios y su distribución con respecto a su circulación y accesos, ya que al introducir zonas para comercio sobretodo en la planta baja hace que la configuración del espacio interior que son los muros, limiten el espacio actual usado generalmente para vivienda. Es por ello que en este sub capítulo de caracterización por variabilidad arquitectónica se aborda el análisis de la distribución de paredes, en donde se encuentran los espacios tales como: accesos, escaleras y patios; en los cuales se determina su ubicación: central, lateral derecho, lateral izquierdo, derecho e izquierdo y todo, respectivo para cada espacio (Fig. 170); Los resultados se han determinado mediante la MODA en donde predomina el aspecto que mayor se repite haciendo una clasificación tipológica tanto para MNR pequeña, mediana y grande; VAP pequeña, mediana y grande y finalmente para MC pequeño, mediano y grande.

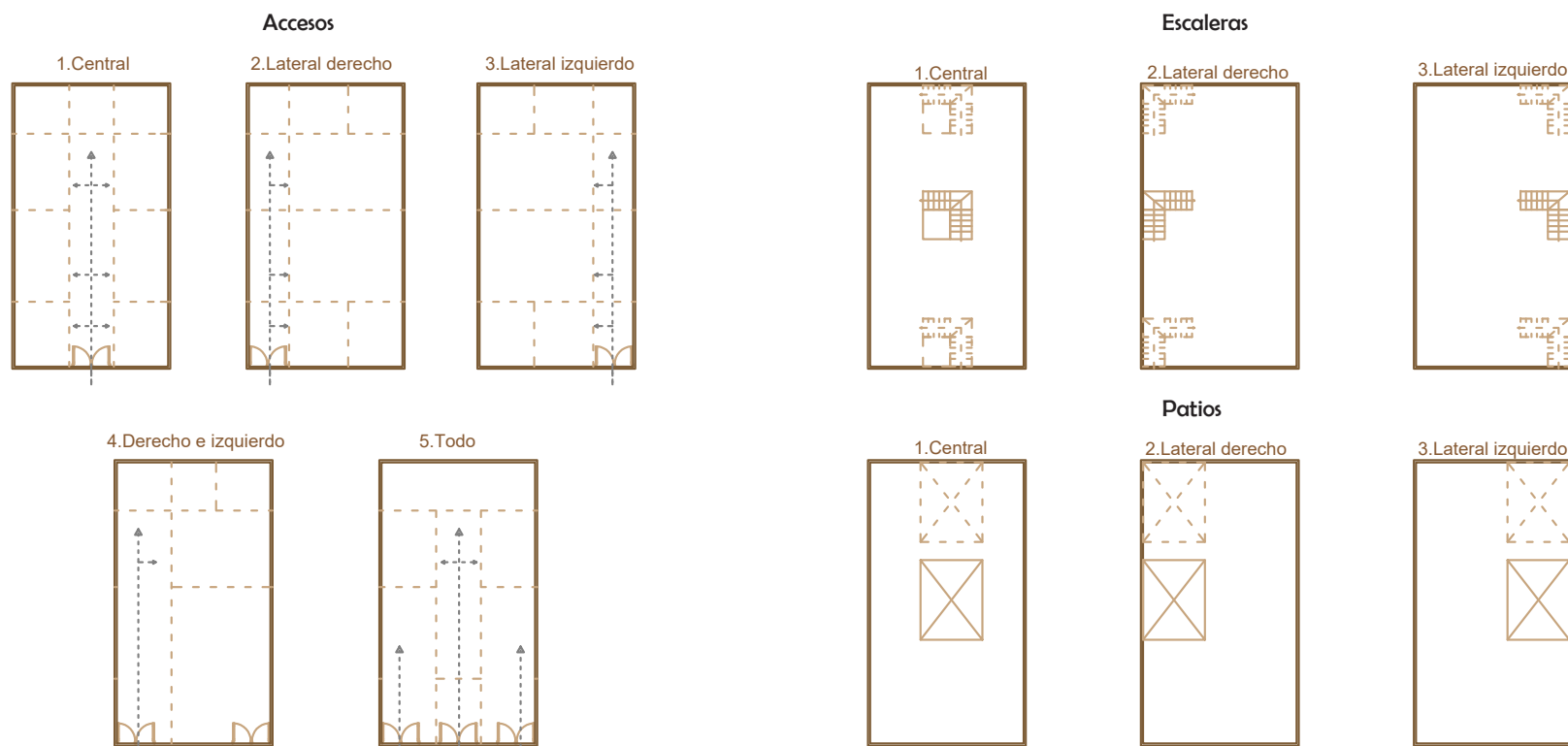


Fig. 170. Esquemas de ubicación de espacios



11. Accesos

La distribución espacial que adoptó Cuenca a partir de 1870 por la difusión de la arquitectura extranjera muestra los cambios que se dieron en cuanto a los accesos (Monsalve, 2003); ya que la casa tradicional mostraba una distribución de patio, traspatio y huerta, en donde su acceso se encontraba centralmente (Pacheco y Sarmiento, 2015). En el análisis se ha mostrado que para mampostería no reforzada predomina el acceso en toda la fachada y centralmente, en el caso de VAP el acceso se da en la parte lateral izquierda y en toda su fachada dependiendo del tamaño de la tipología, mientras que para marco confinado se da el acceso en toda su fachada, en la parte central y en la parte lateral izquierda, variando su predominio por el tamaño de la tipología. Los resultados se han tomado dependiendo del número de diferencia de valores, es decir para MNR pequeña se han tomado los dos valores más altos ya que representan el 50% de los resultados, para los demás resultados se ha considerado únicamente el valor más alto ya que a diferencia del resto significa un predominio.

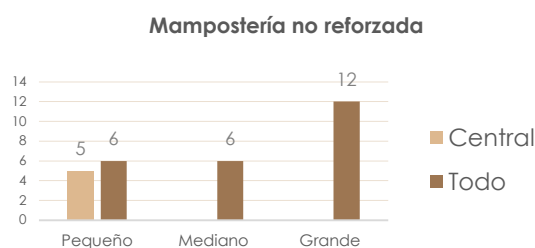


Fig. 171. Ubicación de accesos en MNR.

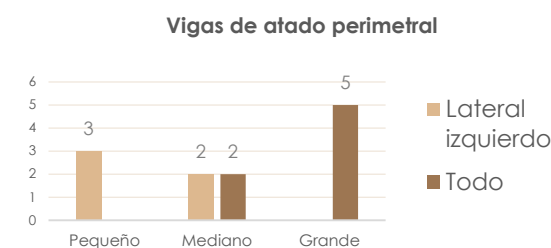


Fig. 172. Ubicación de accesos en VAP.

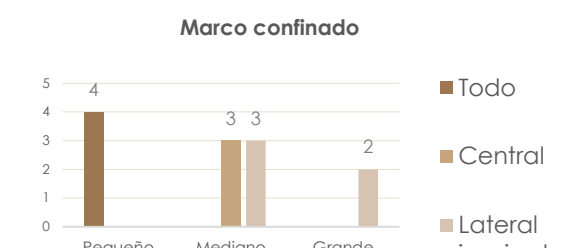


Fig. 173. Ubicación de accesos en MC.

12. Escaleras

La característica escalera hace referencia a la circulación vertical que se da en la edificación; en la época republicana se conservó la ubicación de la escalera, por ello en la actualidad cuando se realiza alguna intervención en la edificación se permite intervenirla sin modificar la ubicación de la escalera según lo establece el Artículo 21. (Ordenanza para el control y administración del centro histórico de Cuenca, s.f.). Los resultados se obtuvieron mediante el criterio de MODA en la cual para MNR se ubican generalmente en la parte lateral derecho e izquierdo de la edificación, para VAP se ubican en estos dos antes mencionados incluyendo también una ubicación central, lo cual sucede de la misma manera para MC.

Para mayor detalle de clasificación revisar anexo A5.3.

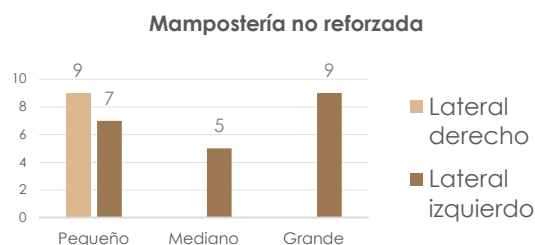


Fig. 174. Ubicación de escaleras de MNR.

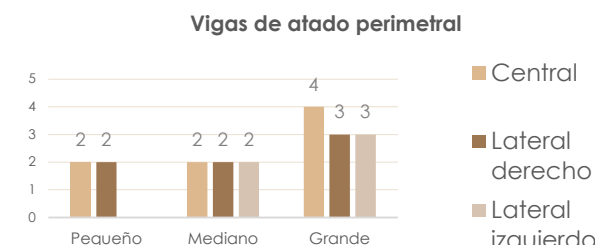


Fig. 175. Ubicación de escaleras de VAP.

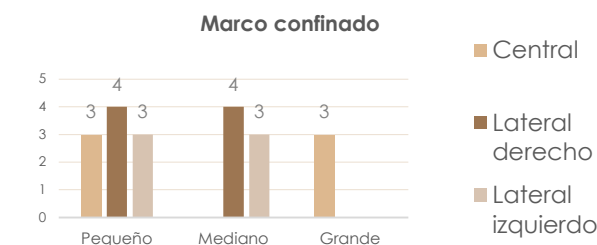


Fig. 176. Ubicación de escaleras en MC.

13. Patios

Los patios son la característica representativa de la tipología colonial de influencia andaluz, en donde el espacio interior se desarrollaba alrededor de los patios, sin embargo con el paso del tiempo estos fueron perdiendo la funcionalidad que hace varios años tenían. El análisis de esta característica es importante ya que representa la casa típica del centro histórico, sin embargo con la evolución de la tipología arquitectónica y mediante las intervenciones que han sufrido las edificaciones el análisis se aplicó a 49 edificaciones que presentan patios (28 MNR, 13 VAP y 8 MC).

Los resultados muestran la ubicación en 3 partes: central, lateral derecho y lateral izquierdo la cual varía dependiendo del tamaño de tipología, usualmente estas 3 ubicaciones se las encuentra en VAP mediano y grande, al igual que en MC pequeño, mientras que en MNR y VAP pequeño únicamente están en la parte lateral izquierda, otra ubicación presente es en la parte central y lateral izquierdo que se da en MNR y MC mediano y en MC grande.

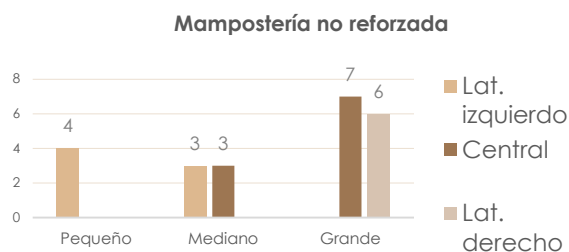


Fig. 177. Ubicación de patios en MNR.

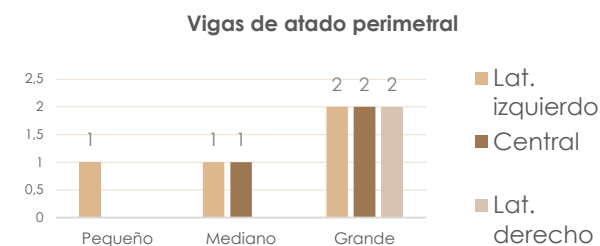


Fig. 178. Ubicación de patios en VAP.

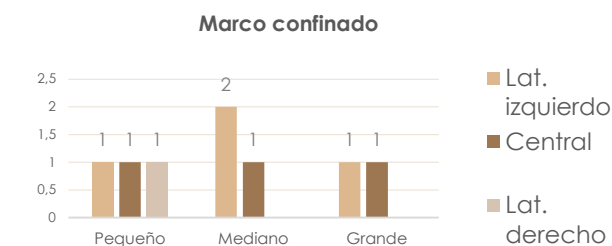


Fig. 179. Ubicación de patios en MC..

14. Crujías

El aspecto crujías pertenece a la variabilidad arquitectónica, en el que se indica su posición referente a la fachada siendo esta paralela a la fachada, perpendicular o mixta; esta característica está ligada con la ubicación de espacios ya que hace referencia a cada una en su posicionamiento, demostrando que para MNR los espacios están paralelos y perpendiculares (posición mixta), para VAP pequeño y grande se cumple el mismo criterio, sin embargo en VAP mediano la ubicación se da en los 3 sentidos y para MC pequeño y mediano predomina la posición mixta a excepción de MC grande que predominan las edificaciones que presentan crujías en sentido perpendicular a la fachada. Los resultados han sido tomados por el criterio de MODA haciendo referencia al valor que se repite mayormente. Se puede ver a mayor detalle en el anexo A5.5.

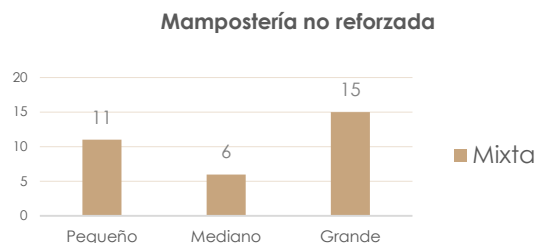


Fig. 180. Ubicación de crujías en MNR.

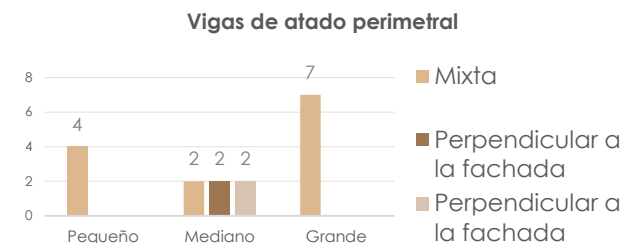


Fig. 181. Ubicación de crujías en VAP.

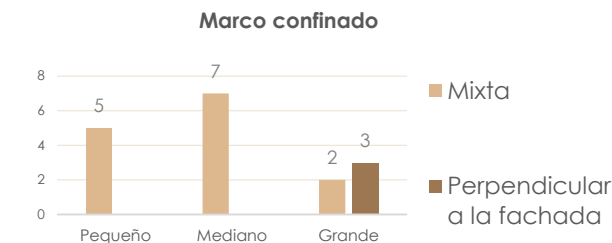


Fig. 182. Ubicación de crujías en MC.

Abertura en fachadas

Las aberturas en fachada de las viviendas del Centro Histórico de Cuenca generalmente presentan un ritmo uniforme, sin embargo estas pueden tener una variación de tipo de abertura en PB y PA (puertas y ventanas). Para su clasificación se ha determinado patrones que hacen referencia al tipo de aberturas que son recurrentes tanto en PB como en PA (Fig. 183). El resultado han sido 6 patrones, cuya codificación indica el patrón de aberturas que siguen las edificaciones analizadas, las cuales van desde viviendas que presentan aberturas solo en PB que son el resultado de intervenciones y que atentan con la tipología uniforme que presenta el CHC. El resto de patrones, si bien no son regulares en los tipos de aberturas que presentan, poseen un ritmo uniforme que brinda homogeneidad a estas edificaciones.



Fig. 183. Patrones de aberturas en fachadas

Edificaciones del CHC. (s.f.). n/a. [Fotografía] Adaptado de <https://www.google.com/maps>

El **porcentaje de aberturas** en fachada hace referencia a la relación del área hueca con el área maciza de la fachada (Fig. 184). Para su determinación se ha realizado el cálculo del área total de la fachada, posteriormente el área hueca constituida por puertas y ventanas, para finalmente determinar el valor en porcentaje de aberturas que esta representa que estas representan en fachada. Cabe recalcar, que existen edificaciones en donde se ha intervenido en las aberturas de su fachada teniendo aberturas de gran consideración como es el caso de puertas de garaje o locales comerciales que hacen que el valor de porcentaje de abertura en fachada sea elevado en relación a otras tipologías.

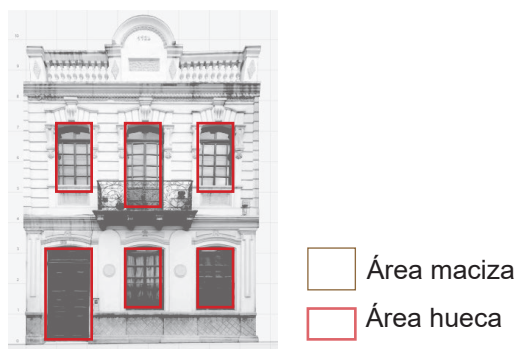


Fig. 184. Representación de área maciza y hueca en fachada

Cobos, D. (2012). La transformación del espacio en el centro histórico de Cuenca. En el proceso de declaración de patrimonio cultural de la humanidad. FlacsoAndes. Quito, Ecuador. [Fotografía].

15. Porcentaje de aberturas en fachada

Si bien se puede observar la presencia uniforme de aberturas en fachada, estas presentan variaciones importantes en cada sub-tipología. Se ha podido observar que se dan por las intervenciones realizadas en fachada, en donde se reemplaza las aberturas originales por grandes aberturas que dependiendo de su uso (comercial o ingresos vehiculares), pueden llegar a ocupar gran parte de la fachada. Debido a las variaciones considerables del porcentaje de aberturas en cada sub-tipología, se ha determinado el valor promedio y su desviación estándar, estableciendo así, valores representativos para cada caso; teniendo para MNR pequeño, valores entre 17,18-44,95%; para MNR mediano, valores entre 16,53-29,25%, para MNR grande valores entre 18,59-30,29%, para VAP grande valores entre 31,26-52% y para MC pequeño valores entre 32,21-49,01%. Sin embargo, no se a podido establecer un rango de valores para cada sub-tipología debido a que no existen suficientes datos para su determinación por lo que se ha tomado como representativo al valor mar cercano al promedio, teniendo así: para VAP pequeño un valor de 34,70%, para VAP mediano un valor de 30,59%, para CM mediano un valor de 40,09% y para MC grande un valor de 28,19% (valores promedios).

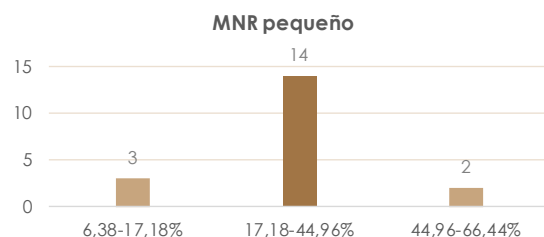


Fig. 185. Rangos de apertura en fachada MNR pequeño

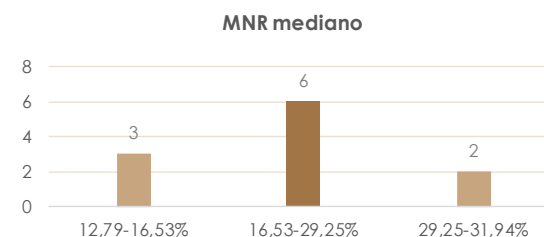


Fig. 186. Rangos de apertura en fachada MNR mediano

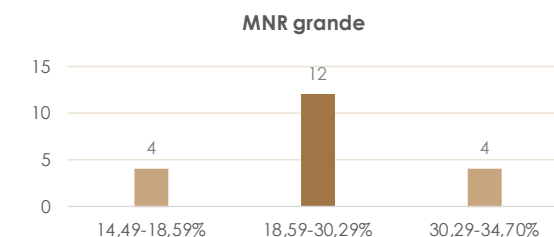


Fig. 187. Rangos de % de apertura en fachada MNR grande

Clasificación de Tipología	% de aberturas en fachada
VAP pequeño	30,03%
	31,97%
	35,25%
	35,31%
	40,94%
PROMEDIO	34,70%

Tabla 21. Valor promedio de apertura en fachada VAP pequeño

Clasificación de Tipología	% de aberturas en fachada
VAP mediano	19,11%
	24,94%
	28,92%
	33,85%
	35,92%
PROMEDIO	30,59%

Tabla 22. Valor promedio de apertura en fachada VAP mediano

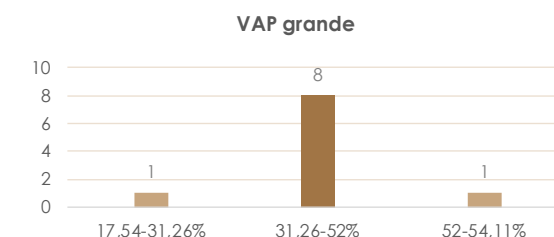


Fig. 188. Rangos de % de apertura en fachada VAP grande

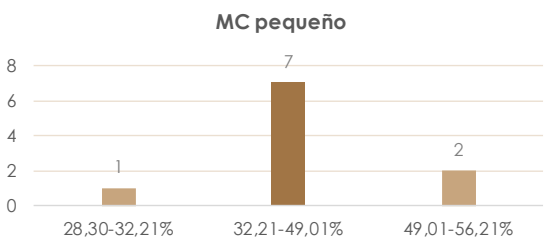


Fig. 189. Rangos de % de apertura en fachada MC pequeño

Clasificación de Tipología	% de aberturas en fachada
MC mediano	26,09%
	30,91%
	31,50%
	39,78%
	40,88%
	42,57%
	51,20%
	57,33%
PROMEDIO	40,03%

Tabla 23. Valor promedio de apertura en fachada MC mediano

Clasificación de Tipología	% de aberturas en fachada
MC grande	5,28%
	27,59%
	30,53%
	33,05%
	33,31%
	39,01%
PROMEDIO	28,13%

Tabla 24. Valor promedio de % de apertura en fachada MC grande



16. Patrón de aberturas en fachada

La variación del tipo de aberturas y su ubicación con respecto a la PB y PA, ha dado como resultado la determinación de patrones que indican estas variaciones. Los resultados obtenidos se presentan en gráficos que indican su número y porcentaje de repeticiones en cada sub-tipología. Para MNR pequeña existe mayor presencia de patrones P-O, P-M y P-P; para MNR mediana, los tres patrones encontrados M-M, P-M y P-P presentan valores similares por lo que no se descarta ninguno; para MNR grande, se toma los patrones M-M, P-O y P-P como representativos al presentarse en mayor número. Para las edificaciones de VAP, al tener pocos datos de estas edificaciones, se ha tomado como representativo al patrón con el valor mas alto de repeticiones, teniendo así: para VAP pequeño los patrones M-M y M-V, para VAP mediano el patrón M-V y para VAP grande los patrones M-M y P-V. Finalmente, para las edificaciones de MC tenemos: para MC pequeño el patrón M-V, para MC mediano los patrones M-M, M-V y P-V; para MC grande se ha considerado todos los patrones debido a que no existe uno que sobresalga.

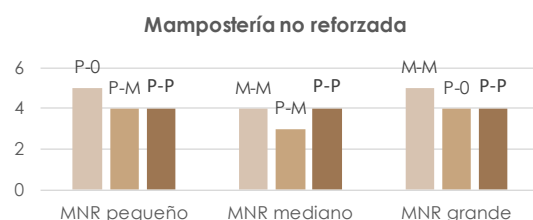


Fig. 190. Patrón de aberturas para MNR

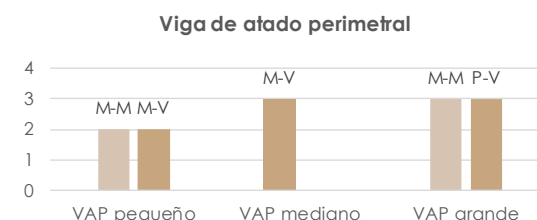


Fig. 191. Patrón de aberturas para VAP

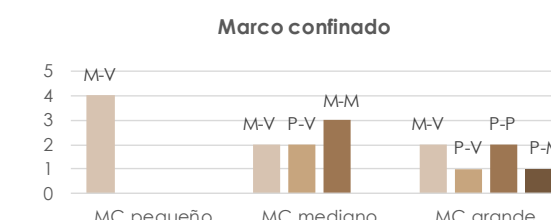


Fig. 192. Patrón de aberturas para MC

3.2.3. Variables Mecánicas

17. Material de piso (entrepiso)

El sistema de entrepiso es importante ya que este se encuentra conectado con el sistema estructural vertical de las edificación transmitiendo las cargas verticales y horizontales hacia los muros o columnas (dependiendo de la tipología). El tipo de piso permite determinar el grado de ligación de las paredes y así su deformabilidad (rigidez), en donde las edificaciones con entrepiso monolíticas (hormigón) poseen un mayor grado de rigidez que los entrepisos formados por piezas (madera). En el área de estudio, la mayoría de las edificaciones pertenecientes a las 3 tipologías y sus sub-tipologías, presentan un sistema de entrepiso con envidado de madera.

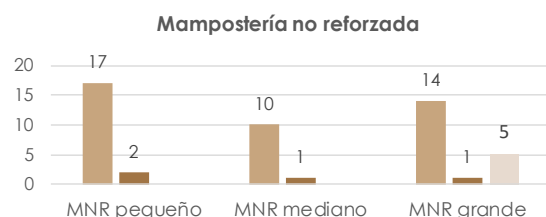


Fig. 193. Material de piso para MNR

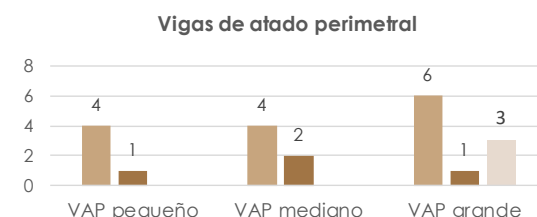


Fig. 194. Material de piso para VAP

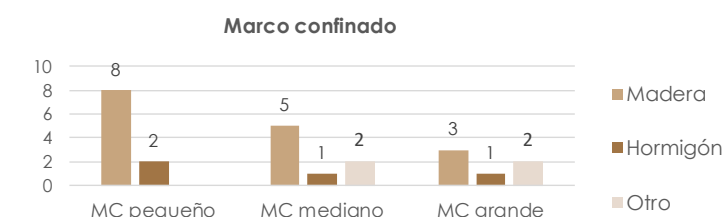


Fig. 195. Material de piso para MC

18. Densidad Horizontal

La característica de densidad horizontal está dentro de las características de variabilidad mecánica, en donde los datos dependen de los espesores de las paredes horizontales de la planta baja, estos datos se han obtenido en base a una relación que resulta de la división del área de las paredes horizontales para el área total de la planta baja. Los resultados para MNR se han obtenido del predominio de valores estableciendo rangos en donde para MNR pequeña la relación de densidad está entre 0.074 a 0.126, para MNR mediana la relación es entre 0.044 a 0.136 y para MNR grande los valores son de 0.063 a 0.117. En cambio, para VAP pequeña y mediana se toma el valor de la mediada siendo este 0.059 y 0.052 respectivamente, para VAP grande el rango de densidades va de 0.034 a 0.084. Finalmente las densidades que MC pequeña presenta son los que están dentro del rango de 0.045 a 0.058, para MC mediano y grande el valor escogido es 0.057 y 0.039 obtenido del valor que mas se acerca al promedio.

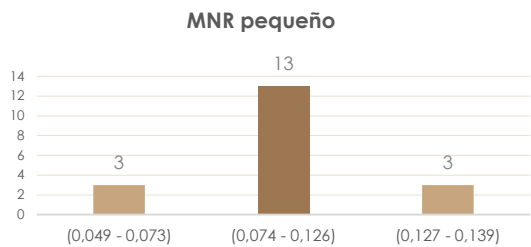


Fig. 196. Valor de densidad horizontal de MNR pequeña.

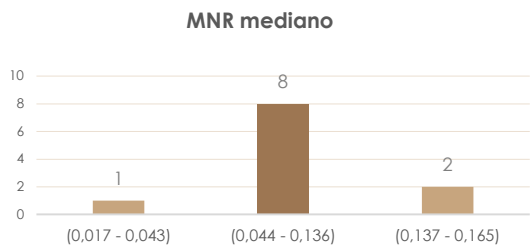


Fig. 197. Valor de densidad horizontal de MNR mediana.

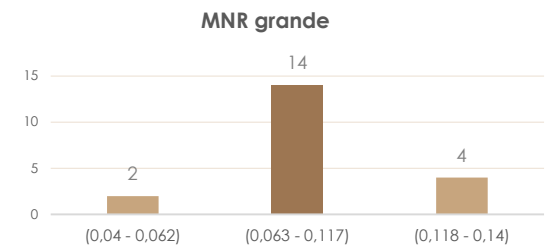


Fig. 198. Valor de densidad horizontal de MNR grande.

Clasificación de Tipología	Densidad Horizontal
VAP pequeño	0,05
	0,052
	0,059
	0,087
	0,094
PROMEDIO	0,068

Tabla 25. Valor de densidad horizontal en VAP pequeña.

Clasificación de Tipología	Densidad Horizontal
VAP mediano	0,02
	0,036
	0,052
	0,059
	0,073
PROMEDIO	0,05

Tabla 26. Valor de densidad horizontal en VAP mediana.

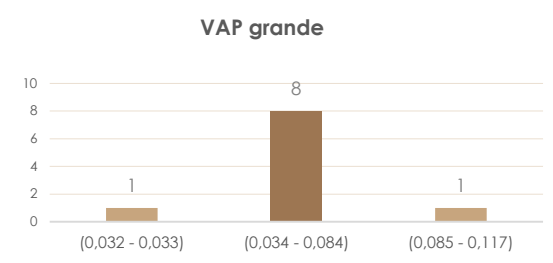


Fig. 199. Valor de densidad horizontal de VAP grande.

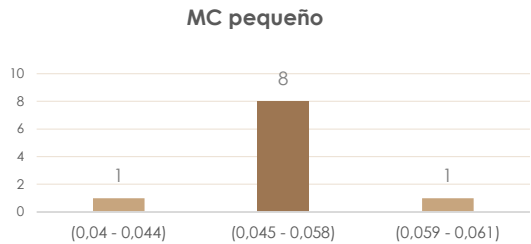


Fig. 200. Valor de densidad horizontal de MC pequeña.

Clasificación de Tipología	Densidad Horizontal
MC mediano	0,035
	0,043
	0,044
	0,049
	0,050
	0,057
	0,061
	0,106
PROMEDIO	0,056

Tabla 27. Valor de densidad horizontal en MC mediana.

Clasificación de Tipología	Densidad Horizontal
MC grande	0,019
	0,022
	0,039
	0,046
	0,05
	0,051
PROMEDIO	0,038

Tabla 28. Valor de densidad horizontal en MC grande.

19. Densidad Vertical

La densidad vertical se obtiene con el mismo criterio de relación resultando de la división de área de las paredes verticales para el área total de la planta baja. Los resultados obtenidos de densidades verticales para MNR se han tomado de los rangos que predominan para cada uno, siendo estos para MNR pequeña los valores de 0.092 a 0.168, para MNR mediano están los valores que van de 0.069 a 0.21 y para MNR grande están los datos de 0.092 a 0.15. Para la tipología de VAP pequeño y mediana se ha tomado el valor que se acerca al promedio siendo 0.077 para VAP pequeña y 0.075 para VAP mediana y para VAP grande se toma el rango de densidades que van de 0.024 a 0.12. Para la tipología de MC pequeño se toman las densidades dentro del rango que están de 0.042 a 0.08, para MC mediano y grande el valor que se acerca al promedio es 0.06 para MC mediano y 0.04 para MC grande.

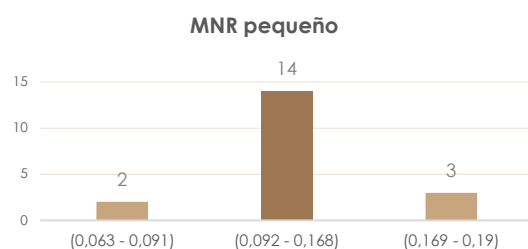


Fig. 201. Valor de densidad vertical de MNR pequeña.

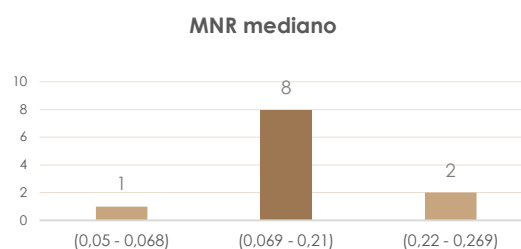


Fig. 202. Valor de densidad vertical de MNR mediana.

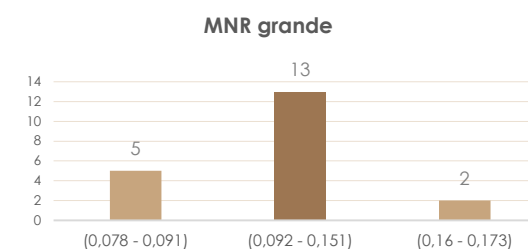


Fig. 203. Valor de densidad vertical de MNR grande.

Clasificación de Tipología	Densidad Vertical
VAP pequeño	0,045
	0,058
	0,059
	0,077
	0,11
PROMEDIO	0,070

Tabla 29. Valor de densidad vertical en VAP pequeña.

Clasificación de Tipología	Densidad Vertical
VAP mediano	0,055
	0,056
	0,059
	0,075
	0,088
PROMEDIO	0,072

Tabla 30. Valor de densidad vertical en VAP mediana.

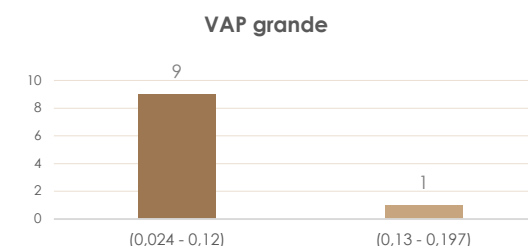


Fig. 204. Valor de densidad vertical de VAP grande.

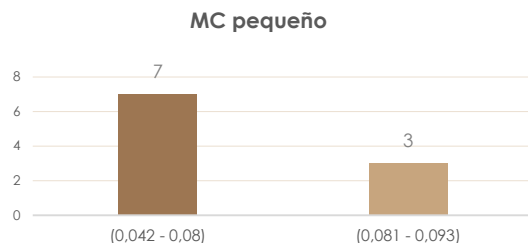


Fig. 205. Valor de densidad vertical de MC pequeña.

Clasificación de Tipología	Densidad Vertical
MC mediano	0,038
	0,042
	0,045
	0,052
	0,054
	0,060
	0,094
	0,103
PROMEDIO	0,061

Tabla 31. Valor de densidad vertical en MC mediana.

Clasificación de Tipología	Densidad Vertical
MC grande	0,001
	0,032
	0,04
	0,058
	0,063
	0,072
PROMEDIO	0,044

Tabla 32. Valor de densidad vertical en MC grande.

Variables Generales

1. Calidad de paredes

Esta característica hace referencia al estado en que se encuentran las paredes de las edificaciones del Centro Histórico de Cuenca. Información otorgada por el proyecto de investigación Vlir, permite conocer el estado de las paredes dentro del área de estudio; teniendo paredes en buen, regular o mal estado.

En los sectores de estudio (0102- 0202- 0203) predominan las edificaciones cuyas paredes están en buen estado (Fig. 206), esto hace referencia a la Ordenanza para la gestión y conservación de las Áreas históricas y Patrimoniales del Cantón Cuenca, la cual establece normas especiales para la conservación, restauración y mejora de estas edificaciones con el fin de conservar y salvaguardar su integridad (Ilustre Concejo Municipal de Cuenca, 2010).

Esta información permite conocer de manera general el estado de las paredes dentro del área de estudio, sin embargo, esta no es una información detallada para cada edificación; ya que como transeúntes del centro histórico, se ha podido observar edificaciones en muy mal estado en donde el control y mantenimiento de estas edificaciones no es el adecuado.

1. Tipo de suelo

La falta de información sobre el tipo de suelo en donde se emplazan las edificaciones; además de resultar prácticamente imposible determinar esta característica para cada edificación, ha hecho recurrir a investigaciones en donde se detalla de manera general el tipo de suelo presente en el centro histórico de Cuenca.

Jiménez (2002) explica que el tipo de suelo, dentro del comportamiento sísmico de la edificación, esta relacionado con la pendiente del terreno y las cotas de cimentación (p. 65). Es así que el autor establece de manera general una tabla que relaciona estos parámetros para determinar el índice de vulnerabilidad de las edificaciones (Tabla 33).

Para el análisis de comportamiento sísmico de los dos casos de estudio, detallado en el capítulo 4, se utilizará el tipo de suelo más desfavorable (Tipo C) debido a que, como se ha mencionado anteriormente, es complicado determinar el tipo de suelo en donde se emplaza cada edificación.

TIPO DE SUELO	PENDIENTE	CALIFICACIÓN
DURO	Menor al 15%	A
	Entre el 15% y 30%	A
	Entre el 30% y 60%	B
	Mayor al 60%	C
MEDIO	Menor al 15%	A
	Entre el 15% y 30%	B
	Entre el 30% y 60%	C
	Mayor al 60%	C
SUELTO	Menor al 15%	B
	Entre el 15% y 30%	C
	Entre el 30% y 60%	C
	Mayor al 60%	C

Tabla 33. Calificación de suelos por pendiente
Jimenez, J. (2002). Estudio de vulnerabilidad sísmica en cuenca, Ecuador. [Tabla].



Figura 206. Calidad de paredes en el CHC.

Fuente: Vlir.
Elaborado: Grupo de Tesis.

Mampostería no reforzada pequeña

Clave Catastral	VARIABILIDAD GEOMETRICA						VARIABILIDAD ARQUITECTONICA										VARIABILIDAD MECANICA			
	Área en Planta Baja	Relación de Aspecto (L1/L2)	Espesor Ext. P.B (cm)	Espesor Int. P.A (cm)	Altura P.B (m)	Altura P.A (m)	Forma de plantas	Regularidad de la planta	Regularidad de las paredes internas	Patron de Planta	Ubicación de acceso	escaleras	patios	crujías	Patron de Abertura	%Total fachada	Material entrepiso	Densidad Horizontal	Densidad Vertical	% criterios que cumple
0102001022000	52,8	0,34	30	20	3,3	2,1	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	4	derecho e izquierdo	Lateral derecho		Mixta	P-0	19,29%	Madera	0,085	0,156	68%
0102001022000 D	47,6	0,44	40	20	2,5	2,96	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	4	Lateral izquierdo	Lateral derecho	Lat.l derecho	Mixta	P-0	15,03%	Madera	0,076	0,163	73%
0102004004000	66,42	0,55	60	15	2,55	2,15	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	3	Todo	Lateral derecho	Lat. izquierdo	Mixta	P-0	20,93%	Madera	0,11	0,181	73%
0102011011000	100,3	0,72	50	30	4	4	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	7	Central	Lateral derecho		Perpendicular	P-0	6,38%	Madera	0,121	0,157	68%
0102011014000	49	0,49	60	60	2,55	4	Rectángulo vertical	Regular	Regular	2	Central	Lateral izquierdo		Paralela	P-0	10,12%	Madera	0,129	0,109	42%
0102011032000	81,17	0,99	66	40	3,6	3,6	Cuadrada	Regular	Regular	9	derecho e izquierdo	Central		Perpendicular	P-M	28,53%	Madera	0,126	0,106	47%
0102018029000	113,14	0,64	27	20	3,78	3,6	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	7	Todo	Lateral izquierdo		Perpendicular	P-M	30,82%	Madera	0,116	0,098	79%
0102050029000	111,85	0,3	40	20	3,7	3,7	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	4	Central	Lateral izquierdo	Lat.l derecho	Perpendicular	P-M	43,47%	Madera	0,112	0,163	79%
0102058008000	52,83	0,33	40	10	2,36	1,85	Otro	Regular	Regular	2	Lateral derecho	Lateral derecho		Paralela	M-V	66,44%	Madera	0,121	0,185	32%
0202003018000	120,42	0,89	40	15	3,1	3,2	Cuadrada	Regular	Sin regularidad	8	Todo	Lateral derecho	Lat. izquierdo	Mixta	M-M	42,84%	Madera	0,09	0,063	58%
0202005023000	49,2	0,57	50	20	3,6	2,7	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	2	Todo	Lateral izquierdo		Mixta	P-P	36,80%	Cerámica	0,139	0,15	68%
0202015040000	41,55	0,37	40	15	3,18	3,1	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	1	Central	Central		Perpendicular	P-P	26,24%	Madera	0,068	0,19	53%
0202024013000	139,8	0,44	35	30	3,78	3,78	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	3	derecho e izquierdo	Lateral derecho		Mixta	M-V	29,43%	Madera	0,069	0,123	68%
0202038029000	117	0,85	30	30	3,42	2,72	Cuadrada	Regular	Sin regularidad	7	Central	Central		Mixta	P-V	37,49%	Madera	0,101	0,121	68%
0202042004000	122,98	0,49	60	30	3,15	2,7	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	4	Todo	Lateral izquierdo	Lat. izquierdo	Mixta	P-P	33,44%	Cerámica	0,131	0,12	68%
0203003012000	101,6	0,61	30	30	3,96	3,58	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	8	Todo	Lateral derecho		Mixta	P-M	31,73%	Madera	0,099	0,101	84%
0203003016000	123,93	0,47	40	15	3,4	2,7	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	6	derecho e izquierdo	Lateral derecho	Lat. izquierdo	Perpendicular	P-P	34,84%	Madera	0,049	0,095	68%
0203004013000	74,43	0,9	64	20	3,42	2,71	Cuadrada	Regular	Sin regularidad	1	Lateral izquierdo	Lateral izquierdo		Mixta	M-M	29,48%	Madera	0,116	0,123	58%
	103,94	0,91	30	18	2,7	2,7	Cuadrada	Regular	Sin regularidad	3	Lateral izquierdo	Lateral izquierdo		Mixta	M-M	46,98%	Madera	0,075	0,08	58%
	55,51 - 120,27	0,37 - 0,81	30-40	20 Y 30	2,75 - 3,79	2,40 - 3,69	Rec. Vertical	Regular	Sin Regularidad	4-2-3-7	Central - Todo	Lat. Derecho	Lat. Izq	Mixta	P-0 / P-M / P	17,18% - 44,96%	Madera	0,074 - 0,126	0,092 - 0,168	

Tabla 34. Consulta general para la edificación de MNR pequeña.

Características que no cumple la edificación.

Valores de cumplimiento para cada característica

Los resultados de la consulta general para MNR pequeña muestran el porcentaje de mayor cumplimiento igual a 84%, que en comparación con los resultados para MNR grande el cumplimiento es del 90% por lo que para esta tipología, no se escoge ningún caso de estudio.

Mampostería no reforzada mediana

Clave Catastral	VARIABILIDAD GEOMETRICA						VARIABILIDAD ARQUITECTONICA										VARIABILIDAD MECANICA			% criterio que cumple
	Área en Planta Baja	Relación de Aspecto (L1/L2)	Espesor Ext. P.B (cm)	Espesor Int. P.A (cm)	Altura P.B (m)	Altura P.A (m)	Forma de plantas	Regularidad de la planta	Regularidad de las paredes internas	Patron de Planta	Ubicación de acceso	escaleras	patios	crujías	Patron de Abertura	%Total fachada	Material entrepiso	Densidad Horizontal	Densidad Vertical	
0102032014000	216,17	0,44	50	24	3,05	3,85	Rectángulo vertical	Irregular	Sin regularidad	11	Central	Central	Lateral izquierdo	Paralela a la fachada	P-M	23,85%	Madera	0,06	0,099	74%
0102034014000	192,85	0,13	60	20	3,78	3,78	Rectángulo vertical	Regular	Regular	2	Lateral derecho	Lateral derecho	Lateral izquierdo	Paralela a la fachada	P-M	28,22%	Madera	0,017	0,269	63%
0102050017000	154,92	0,55	50	20	4	4,65	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	2	Todo	Lateral izquierdo	Central	Mixta	P-P	25,86%	Madera	0,161	0,18	84%
0202006004000	204,8	0,34	40	20	3	3	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	6	Todo	Lateral derecho	Lateral izquierdo	Perpendicular a la fachada	M-M	31,1	Madera	0,096	0,122	74%
0202015018000	146,95	0,2	60	30	3,1	3,1	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	4	Derecho e izquierdo	Lateral derecho	Lateral derecho	Mixta	P-P	24,37%	Ladrillo	0,08	0,251	58%
0202024033000	218,21	0,49	35	17	2,5	2,45	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	10	Lateral izquierdo	Lateral izquierdo		Mixta	M-M	31,94	Madera	0,062	0,069	53%
0202026009000	180,85	1,26	58	58	3,8	3,15	Rectángulo horizontal	Irregular	Sin regularidad	11	Todo	Central	Central	Paralela a la fachada	P-P	12,79	Madera	0,165	0,169	58%
0203003032000	160,16	0,47	60	15	3,2	3,6	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	2	Lateral derecho	Lateral izquierdo		Perpendicular a la fachada	M-M	15,05	Madera	0,066	0,096	74%
0203003063000	143,2	1,07	80	80	3,42	2,4	Cuadrada	Irregular	Sin regularidad	11	Todo	Lateral izquierdo		Mixta	M-M	22,02%	Madera	0,096	0,124	58%
0203020004000	174,15	0,57	20	20	3,6	3,04	Rectángulo vertical	Irregular	Sin regularidad	11	Todo	Central	Central	Mixta	P-M	16,25%	Madera	0,071	0,05	79%
0203020042000	177,14	0,28	37	22	3,65	3,22	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	10	Todo	Lateral izquierdo		Mixta	P-P	20,37%	Madera	0,111	0,092	84%
	143,2-162,2	0,18 - 0,88	50-60	20-25	2,90-3,85	2,64 - 3,94	Rectángulo Vertical	Regular	Sin regularidad	11 - 2	Todo	Lateral Izquierdo	Central - Lat. Izquierdo	Mixta	P-M/ P-P/ M-M	16,53% - 29,25%	Madera	0,044 - 0,136	0,069 - 0,21	

Tabla 35. Consulta general para la edificación de MNR mediana.

Características que no cumple la edificación.

Valores de cumplimiento para cada característica

El porcentaje de mayor cumplimiento que ha generado la consulta general para MNR mediana es 84%, sin embargo en comparación con los resultados para MNR grande el cumplimiento es superior este, por lo que no se escoge ningún caso de estudio de esta consulta.

Mampostería no reforzada grande

Clave Catastral	VARIABILIDAD GEOMETRICA						VARIABILIDAD ARQUITECTONICA										VARIABILIDAD MECANICA			
	Área en Planta Baja	Relación de Aspecto (L1/L2)	Espesor Ext. P.B (cm)	Espesor Int. P.A (cm)	Altura P.B (m)	Altura P.A (m)	Forma de plantas	Regularidad de la planta	Regularidad de las paredes internas	Patron de Planta	Ubicacion de acceso	escaleras	patios	crujas	Patron de Abertura	%Total fachada	Material entrepiso	Densidad Horizontal	Densidad Vertical	% criterios que cumple
0102016026000	306,98	0,35	60	31	3,07	3	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	8	Todo	Lt. izquierdo	Mixta	Lt. izquierdo	22,51%	P-O	Madera	0,068	0,14	74%
0102018023000	316	0,21	72	20	3,45	3	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	3	Derecho e izquierdo	Lt. izquierdo	Paralela	Lt. derecho	21,82%	M-V	Madera	0,088	0,104	74%
0102021020000	262,03	0,24	80	55	3,75	3,75	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	6	Derecho e izquierdo	Lt. izquierdo	Mixta	Lt. derecho	28,97%	P-V	Ladrillo	0,129	0,173	58%
0102024024000	261,85	0,40	100	15	3,4	3,05	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	2	Todo	Lt. izquierdo	Perpendicular		33,50%	P-P	Ladrillo	0,109	0,099	68%
0102027001000	259,88	0,72	45	25	3,9	3,8	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	5	Todo	Lt. izquierdo	Mixta	Central	32,94%	M-M	Cerámica	0,109	0,088	74%
0102028007000	315,66	0,11	28	20	3,85	3,5	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	10	Lateral izquierdo	Lt. derecho	Perpendicular	Lt. derecho	34,70%	M-M	Madera	0,04	0,078	53%
0102042008000	260,53	0,63	25	15	4,05	3	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	8	Todo	Central	Mixta	Lt. derecho	26,94%	M-M	Madera	0,078	0,087	73%
0102043025000	252,42	0,55	78	28	3,71	3,4	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	5	Central	Lt. derecho	Perpendicular	Central	22,27%	M-V	Madera	0,119	0,091	79%
0102044012000	344,69	0,65	60	30	3,16	2,9	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	5	Todo	Lt. derecho	Mixta	Central	16,26%	P-O	Madera	0,077	0,087	68%
0102049006000	369,68	0,72	90	15	4,3	3,7	Rectángulo horizontal	Regular	Sin regularidad	10	Todo	Central	Mixta		25,26%	P-P	Madera	0,14	0,11	53%
0102050018000	310	0,84	85	60	3,7	3,4	Cuadrada	Regular	Sin regularidad	5	Lateral izquierdo	Lt. derecho	Mixta	Central	27,12%	P-M	Madera	0,137	0,168	63%
0102051004000	388	1,51	80	30	2,9	3,7	Rectángulo horizontal	Regular	Sin regularidad	6	Todo	Central	Perpendicular	Lt. derecho	20,95%	P-P	Cerámica	0,088	0,147	52%
0202001025000	282,34	0,44	50	40	3,53	3,36	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	8	Todo	Lt. derecho	Mixta	Lt. derecho	17,15%	P-O	Cerámica	0,087	0,112	68%
0202020034000	259,62	0,59	50	30	4	3,2	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	5	Todo	Lt. izquierdo	Mixta	Central	30,57%	P-M	Madera	0,076	0,122	84%
0203014037000	313,55	0,25	50	50	2,7	2,65	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	10	Todo	Lt. izquierdo	Mixta		14,49%	P-O	Madera	0,052	0,106	58%
0203017017000	324,55	0,65	80	15	3,5	3	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	5	Todo	Lt. izquierdo	Mixta	Central	26,61%	P-M	Madera	0,094	0,151	95%
0203021017000	355,14	0,44	90	60	3,6	2,85	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	5	Central	Lt. izquierdo	Mixta		23,06%	M-V	Madera	0,082	0,141	63%
0203021019000	325,18	0,34	70	20	3,69	3,65	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	8	Todo	Lt. derecho	Mixta	Lt. izquierdo	25,72%	M-M	Madera	0,097	0,125	79%
0203034001000	260,66	0,66	60	20	3,56	3,56	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	5	Central	Central	Mixta	Central	17,48%	P-P	Madera	0,102	0,135	79%
0203038007000	249,32	0,53	40	30	3,78	2,44	Otro	Regular	Sin regularidad	10	Lateral derecho	Central	Mixta		20,57%	M-M	Hº Armado	0,107	0,173	48%
	258,55 - 343,25	0,24 - 0,84	70-85	15-30	3,19-3,97	2,86-3,64	Rectangulo vertical	Regular	Sin regularidad	5	Todo	Lat. izquierdo	Mixta	Central - Lat. Derecho	18,59% - 30,25%	M-M/ P-O/ P-P	Madera	0,063 - 0,117	0,092 - 0,151	

Tabla 36. Consulta general para la edificación de MNR grande.

Características que no cumple la edificación.

Valores de cumplimiento para cada característica

La consulta para mampostería no reforzada grande ha generado el primer caso de estudio ya que la edificación cuyo catastro es 0203017017000 corresponde a la que cumple con el 95% de características tipológicas siendo la de mayor porcentaje representativo para MNR.

Vigas de atado perimetral pequeña

Clave Catastral	VARIABILIDAD GEOMETRICA						VARIABILIDAD ARQUITECTONICA										VARIABILIDAD MECANICA			
	Área en Planta Baja	Relación de Aspecto (L1/L2)	Espesor Ext_P.B (cm)	Espesor Int_P.A (cm)	Altura P.B (m)	Altura P.A (m)	Forma de plantas	Regularidad de la planta	Regularidad de las paredes internas	Patron de Planta	Ubicacion de acceso	escaleras	patios	crujías	Patron de Abertura	%Total fachada	Material entepiso	Densidad Horizontal	Densidad Vertical	% criterios que cumple
0202005019000	102,15	0,87	15	15	2,3	2,6	Cuadrada	Regular	Sin regularidad	7	Todo	Central		Mixta	P-V	31,97%	Madera	0,087	0,059	42%
0203027007000	72	1,24	15	15	2,7	2,7	Otro	Regular	Sin regularidad	10	Central	Central		Mixta	M-V	40,94%	Madera	0,05	0,045	53%
0203027024000	67,33	0,58	15	15	2,7	2,7	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	6	Lateral izquierdo	Lateral derecho	Lateral izquierdo	Mixta	M-M	35,25%	Madera	0,059	0,077	90%
0203007031000	105,48	0,7	30	30	3	3	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	8	Lateral izquierdo	Lateral izquierdo		Paralela a la fachada	M-M	35,31%	Madera	0,094	0,11	47%
0203042018000	115,36	0,39	15	15	2,7	2,7	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	4	Lateral izquierdo	Lateral derecho		Mixta	M-V	30,03%	Otro	0,052	0,058	63%
	92,46	0,756	15	15	2,68	2,72	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	4 - 6 - 7 - 8	Lateral izquierdo	Central y Lateral Derecho	Lateral izquierdo	Mixta	MM-MV	0,347	Madera	0,068	0,0698	

Tabla 37. Consulta general para la edificación de VAP pequeña.

- Características que no cumple la edificación.
- Valores de cumplimiento para cada característica

Los resultados de la consulta general para VAP pequeña el porcentaje de mayor cumplimiento es 90% correspondiente al catastro 0203027024000, por lo que la edificación puede servir como caso de estudio por lo que será analizado posteriormente.

Vigas de atado perimetral mediana

	VARIABILIDAD GEOMETRICA						VARIABILIDAD ARQUITECTONICA										VARIABILIDAD MECANICA				
Clave Catastral	Área en Planta Baja	Relación de Aspecto (L1/L2)	Espesor Ext. P.B (cm)	Espesor Int. P.A (cm)	Altura P.B (m)	Altura P.A (m)	Forma de plantas	Regularidad de la planta	Regularidad de las paredes internas	Patron de Planta	Ubicacion de acceso	escaleras	patios	crujías	Patron de Abertura	%Total fachada	Material entrepiso	Densidad Horizontal	Densidad Vertical	% criterios que cumple	
0102001018000	191,8	1,01	18	20	2,68	3,43	Cuadrada	Regular	Sin regularidad	8	Central	Central		Paralela a la fachada	M-V	19,11%	Madera	0,059	0,056	37%	
0102017015000	180,9	0,41	15	15	2,88	2,4	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	3	Todo	Central		Paralela a la fachada	P-0	28,92%	Madera	0,052	0,1	63%	
0102054010000	179,6	0,55	30	15	3,79	2,4	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	5	Todo	Lateral derecho		Mixta	P-V	24,94%	Madera	0,079	0,088	53%	
0202014010000	162,78	0,35	15	15	3,9	3,7	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	1	Derecho e izquierdo	Lateral izquierdo	Lateral izquierdo	Perpendicular a la fachada	P-V	33,85%	Hº Armado	0,02	0,059	53%	
0202037017000	134,5	0,65	30	15	3,15	3,1	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	10	Lateral izquierdo	Lateral derecho		Mixta	M-V	35,92%	Madera	0,073	0,075	68%	
0203038010000	156,7	0,75	15	15	3,2	2,6	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	8	Lateral izquierdo	Lateral izquierdo	Central	Perpendicular a la fachada	M-V	40,77%	Hº Armado	0,036	0,055	63%	
	167,71	0,62	15 y 30	15	3,26	2,93	RV	Regular	Sin regularidad	1 - 3 - 5 - 8	Lat. Izquierdo / Todo	Central/ Lat. Derecho/ Lat. Izquierdo	Lat. Izquierdo/ Central	Todas las opciones	M- V	0,306	Madera	0,053	0,072		

Tabla 38. Consulta general para la edificación de VAP mediana.

- Características que no cumple la edificación.
- Valores de cumplimiento para cada característica

Los resultados de la consulta general para VAP mediana tiene un porcentaje de mayor cumplimiento igual al 68%, el cual no representa el mayor porcentaje con respecto a las otras consultas de VAP pequeña y grande, pos esta razón no se escoge de esta consulta ningún caso de estudio.

Vigas de atado perimetral grande

Clave Catastral	VARIABILIDAD GEOMETRICA						VARIABILIDAD ARQUITECTONICA										VARIABILIDAD MECANICA			
	Área en Planta Baja	Relación de Aspecto (L1/L2)	Espesor Ext. P.B (cm)	Espesor Int. P.A (cm)	Altura P.B (m)	Altura P.A (m)	Forma de plantas	Regularidad de la planta	Regularidad de las paredes internas	Patron de planta	Ubicación de acceso	Escaleras	patios	crujías	Patron de Abertura	%Total fachada	Material entrepiso	Densidad Horizontal	Densidad Vertical	% criterios que cumple
0102021016000	277,76	0,2	60	30	3,8	2,8	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	6	Todo	Lateral derecho	Lateral derecho	Mixta	P-P	43,56%	Madera	0,117	0,197	68%
0102048028000	259,69	0,19	30	20	3,24	3,24	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	8	Lateral derecho	Lateral derecho	Lateral derecho	Mixta	P-M	45,10%	Madera	0,074	0,072	79%
0202006007000	238,8	0,65	15	15	3	2,8	Otro	Regular	Sin regularidad	10	Todo	Central	Central	Mixta	P-V	37,93%	Madera	0,062	0,041	90%
0202030022000	246,84	0,651	15	15	2,9	2,8	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	5	Lateral izquierdo	Lateral izquierdo		Mixta	M-M	46,65%	Hº Armado	0,035	0,047	84%
0102013014000	206,49	0,65	30	24	2,8	2,8	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	3	Lateral derecho	Lateral derecho		Paralela	M-M	47,10%	Cerámica	0,065	0,076	58%
0102012002000	266,03	0,38	15	20	3,4	3,04	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	8	Central	Central	Lateral izquierdo	Mixta	P-M	48,03%	Madera	0,052	0,065	84%
0202018047000	276,29	0,36	35	15	3,34	4,52	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	6	Todo	Central		Paralela	P-V	54,11%	Cerámica	0,032	0,06	63%
0202043012000	205	0,28	25	15	3,25	3	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	5	Derecho e izquierdo	Lateral izquierdo	Central	Mixta	M-M	31,72%	Madera	0,054	0,072	90%
0203008002000	232	1,38	15	15	2,7	2,6	Otro	Regular	Sin regularidad	9	Todo	Lateral izquierdo	Lateral izquierdo	Perpendicular	M-V	44,59%	Cerámica	0,038	0,034	68%
0203042019000	297,6	0,68	25	25	3,6	2,5	Otro	Irregular	Sin regularidad	11	Todo	Central		Mixta	P-V	17,54%	Madera	0,056	0,059	58%
	220 - 281	0,19 - 0,89	15 y 25	15	2,84 - 3,56	2,44 - 3,60	R. vertical	R	SR	3-5-6-8-9	Todo	C/LD/LI	C/LD/LI	Mixta	M-M/V	31,26% - 52%	Madera	0,034 - 0,084	0,024 - 0,12	

Tabla 39. Consulta general para la edificación de VAP grande.

Características que no cumple la edificación.

Valores de cumplimiento para cada característica

Los resultados de la consulta general para VAP grande ha mostrado dos edificaciones con el 90% de cumplimiento de las características, que corresponden a los catastros: 0202006007000 y 0202043012000, por lo que serán analizados posteriormente para la selección de caso de estudio.

Marco confinado pequeño

	VARIABILIDAD GEOMETRICA						VARIABILIDAD ARQUITECTONICA										VARIABILIDAD MECANICA				
Clave Catastral	Área en Planta Baja	Relación de Aspecto (L1/L2)	Espesor Ext_P.B (cm)	Espesor Int_P.A (cm)	Altura P.B (m)	Altura P.A (m)	Forma de planlas	Regularida d de la planta	Regularidad de las paredes internas	Patron de planta	Ubicacion de acceso	escale- ras	patios	crujias	Patron de Abertura	%Total fachada	Material entrepiso	Densidad Horizontal	Densidad Vertical	% criterios que cumple	
0102043027000	99,9	0,81	15	15	3,76	3,81	Cuadrada	Regular	Sin regularidad	10	Derecho e izquierdo	Central		Mixta	P-V	28,30%	Madera	0,057	0,054	63%	
0202018023000	57,4	1,12	15	15	3,3	3	Cuadrada	Regular	Sin regularidad	9	Derecho e izquierdo	Lateral derecho		Paralela	P-M	50,00%	Hº Armado	0,056	0,055	63%	
0202019038000	91,15	0,64	18	15	2,95	2,4	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	1	Lateral izquierdo	Lateral derecho		Paralela	P-P	45,70%	Madera	0,055	0,081	63%	
0202021015000	39,7	0,92	15	15	3,06	2,72	Cuadrada	Regular	Sin regularidad	1	Central	Lateral derecho		Mixta	P-V	39,88%	Madera	0,047	0,056	79%	
0203003042000	106,5	0,32	18	18	2,34	3,26	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	6	Todo	Central		Perpendi- cular	P-M	56,21%	Madera	0,04	0,093	37%	
0102004029000	93,64	1,37	15	15	2,65	3,37	Rectángulo horizontal	Regular	Sin regularidad	10	Lateral izquierdo	Lateral izquierdo		Perpendi- cular	P-P	38,30%	Madera	0,045	0,047	68%	
0203014032000	87,38	1,12	15	15	3,2	3,5	Rectángulo horizontal	Regular	Sin regularidad	9	Todo	Lateral izquierdo	Lateral izquierdo	Paralela	M-V	33,77%	Madera	0,049	0,046	90%	
0203017004000	56,06	1,08	15	15	2,58	3	Cuadrada	Regular	Sin regularidad	1	Todo	Lateral izquierdo		Mixta	M-V	35,44%	Hº Armado	0,049	0,044	84%	
0203025035000	84,74	0,64	15	15	2,72	2,5	Rectángulo vertical	Irregular	Sin regularidad	11	Todo	Central	Lateral derecho	Mixta	M-V	43,87%	Madera	0,061	0,086	74%	
0203032040000	96,6	1,45	15	15	2,8	2,8	Rectángulo horizontal	Regular	Sin regularidad	9	Lateral derecho	Lateral derecho	Central	Mixta	M-V	34,62%	Madera	0,055	0,04	84%	
	59 - 103	0,6 - 1,3	15	15	2,53-3,35	2,60 - 3,45	C/ RH/ RV	Regular	Sin regularidad	1 y 9	Todo	C/LD/LI	L. Izq/ L. Derecho/ Central	Mixta	M-V	32,20% - 49%	Madera	0,045 - 0,058	0,042 - 0,08		

Tabla 40. Consulta general para la edificación de MC pequeña.

Características que no cumple la edificación.

Valores de cumplimiento para cada característica

Los resultados de la consulta general para MC pequeño ha mostrado que la edificación de catastro 0203014032000 cumple con el 90% de las características tipológicas, siendo este porcentaje igual a los de VAP será analizado posteriormente para el otro caso de estudio.

Marco confinado mediano

Clave Catastral	VARIABILIDAD GEOMETRICA						VARIABILIDAD ARQUITECTONICA										VARIABILIDAD MECANICA			
	Área en Planta Baja	Relación de Aspecto (L1/L2)	Espesor Ext. P.B (cm)	Espesor Int. P.A (cm)	Altura P.B (m)	Altura P.A (m)	Forma de plantas	Regularidad de la planta	Regularidad de las paredes internas	Patron de planta	Ubicacion de acceso	escaleras	patios	crujías	Patron de Abertura	%Total fachada	Material entrepiso	Densidad Horizontal	Densidad Vertical	% criterios que cumple
0102004029000 m	119,97	1,42	15	15	2,68	2,55	Rectángulo horizontal	Regular	Sin regularidad	9	Lateral izquierdo	Lateral izquierdo	Central	Mixta	P-V	30,91%	Madera	0,05	0,038	63%
0102006018000	178,68	1,79	30	30	2,6	3	Rectángulo horizontal	Regular	Sin regularidad	8	Lateral izquierdo	Lateral derecho		Mixta	M-M	42,57%	Madera	0,106	0,094	47%
0102042003000	128	0,45	26	15	3,63	3,75	Rectángulo vertical	Irregular	Sin regularidad	11	Lateral izquierdo	Lateral izquierdo		Mixta	P-M	39,78%	Cerámica	0,061	0,103	32%
0202039038000	153,66	0,85	15	15	2,65	2,8	Cuadrada	Regular	Sin regularidad	10	Central	Lateral derecho		Mixta	M-M	40,88%	Madera	0,044	0,042	63%
0202040012000	179,1	0,44	15	15	3,3	2,9	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	3	Todo	Lateral derecho	Lateral izquierdo	Perpendicular	M-M	31,50%	Cerámica	0,035	0,06	58%
0203001014000	164,6	0,93	30	15	2,4	2,4	Cuadrada	Regular	Sin regularidad	1	Central	Lateral izquierdo		Mixta	M-V	57,33%	H° Armado	0,057	0,054	58%
0203009013000	151,17	0,39	15	15	2,76	3,04	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	10	Lateral derecho	Lateral derecho	Lateral izquierdo	Mixta	P-V	51,20%	Madera	0,043	0,052	58%
0203014004000	176,91	1,41	15	15	2,7	2,5	Rectángulo horizontal	Regular	Sin regularidad	9	Central	Central		Mixta	M-V	26,09%	Madera	0,049	0,045	53%
	156	0,96	15	15	2,84	2,87	Rectángulo horizontal/ Rectángulo vertical/ Cuadrada	Regular	Sin regularidad	1 - 3 - 8 - 9	Central/ Lateral izquierdo	Lateral derecho/ Lateral izquierdo	Central/ Lateral izquierdo	Mixta	M-M/ V/ P-V	40,03	Madera	0,055	0,061	

Tabla 41. Consulta general para la edificación de MC mediano.

Características que no cumple la edificación.

Valores de cumplimiento para cada característica

Los resultados de la consulta general para MC mediano ha mostrado que el mayor porcentaje es el 68%, sin embargo ya que las otras consultas tienen edificaciones que cumplen con el 90% no se escogen para casos de estudio.

Marco confinado grande

	VARIABILIDAD GEOMETRICA						VARIABILIDAD ARQUITECTONICA										VARIABILIDAD MECANICA				
Clave Catastral	Área en Planta Baja	Relación de Aspecto (L1/L2)	Espesor Ext. P.B (cm)	Espesor Int. P.A (cm)	Altura P.B (m)	Altura P.A (m)	Forma de plantas	Regularidad de la planta	Regularidad de las paredes internas	Patron de planta	Ubicacion de acceso	escaleras	patios	crujías	Patron de Abertura	%Total fachada	Material entrepiso	Densidad Horizontal	Densidad Vertical	% criterios que cumple	
0102004029000 g	215,2	0,71	15	15	2,68	2,38	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	5	Lateral izquierdo	Lateral izquierdo		Mixta	P-P	30,53%	Madera	0,051	0,04	53%	
0202015044000	223	0,21	30	15	3,75	3,05	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	1	Derecho e izquierdo	Lateral derecho		Perpendicular	P-P	33,31%	Madera	0,022	0,072	58%	
0202021014000	233,6	1,45	15	15	3,5	3,5	Rectángulo vertical	Irregular	Sin regularidad	11	Lateral derecho	Central		Mixta	P-V	5,28%	Hº Armado	0,039	0,032	47%	
0202027018000	235,44	0,53	15	10	4,1	3,8	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	1	Lateral izquierdo	Lateral derecho	Lateral izquierdo	Perpendicular	M-V	27,59%	Cerámica	0,019	0,001	58%	
0202030016000	267,9	1,51	30	15	2,9	3,7	Rectángulo horizontal	Regular	Sin regularidad	9	Todo	Central	Lateral derecho	Perpendicular	M-V	39,01%	Cerámica	0,05	0,063	58%	
0202039003000	203,12	0,82	20	15	3,35	2,76	Rectángulo vertical	Regular	Sin regularidad	10	Central	Central		Paralela a la fachada	P-M	33,05%	Madera	0,046	0,058	53%	
	229,71	0,87	15 y 30	15	3,38	3,2	Rectangulo vertical	Regular	Sin regularidad	39934	Central / Lat. Derecho/ Lat. Izquierdo/ Derecho e Izquierdo/ Todo	Central	Lat. Izquierdo/ Lat. Derecho	perpendicular	TODOS	0,2813	Madera/ Ceramica	0,038	0,044		

Tabla 42. Consulta general para la edificación de MC grande.

Características que no cumple la edificación.

Valores de cumplimiento para cada característica

Los resultados de la consulta general para MC grande ha generado 3 edificaciones que cumplen con el 58% de características pero no se analizan ya que las otras consultan poseen edificaciones que cumplen con un mayor porcentaje mayor igual al 90%.

3.3. CASOS DE ESTUDIO

3.3.1 Proceso de selección y análisis

El proceso de selección de casos de estudios se fundamentó en las consultas generales mostradas en el sub-capítulo de 3.2. (Características de las tipologías del CHC), para establecer los criterios de caracterización orientados a estudio de vulnerabilidad sísmica: Variabilidad arquitectónica, geométrica y mecánica, en donde las edificaciones seleccionadas cumplen con la mayoría de criterios establecidos de las consultas individuales de cada característica.

Otro criterio que se consideró para la selección de casos de estudio fue que las dos edificaciones escogidas representaran diferente tipología, es decir una tenía que ser de MNR y la otra podía ser de VAP o de MC ya que estas pertenecen a edificaciones con paredes de ladrillo; por esta razón las consultas generales se hicieron para MNR, VAP y MC: pequeño, mediano y grande.

Por lo tanto, los resultados de las consultas generales han mostrado que existe una edificación que posee el 95% y cuatro edificaciones presentan el 90% de cumplimiento, cuyos porcentajes representa al mayor número de cumplimiento en comparación con las otras edificaciones. Sin embargo; por disposición de los objetivos del trabajo de titulación, se seleccionó únicamente dos edificaciones como caso de estudio para su posterior análisis de vulnerabilidad sísmica. Para seleccionar estas dos edificaciones se analizaron las cinco edificaciones para la posterior selección de dos casos de estudio.

3.3.2 Análisis de edificaciones que cumplen los criterios.

Dentro del análisis de resultados para MNR, la edificación cuyo catastro es 0203017017000 cumple con el 95% de variables. Esta corresponde a Mampostería no reforzada grande y ya que al ser la edificación con el mayor porcentaje de cumplimiento y representar una tipología representativa del CHC, corresponde seleccionarla como primer caso de estudio.

Dentro del análisis de las cuatro edificaciones que cumplen con el 90% de características tipológicas se procedió a determinar los criterios que no cumplen cada una de las edificaciones. El análisis de estas cuatro edificaciones se detalla a continuación:

Una de las edificaciones que cumple con este porcentaje corresponde a la de VAP grande con el catastro 0202006007000 en donde se obtiene este resultado ya que los criterios que no cumplen son la forma de plantas y el patrón de plantas; siendo que el patrón de plantas es un parámetro fundamental para que sea una edificación representativa del CHC y ya que la forma de plantas no presenta la típica forma de edificación en cuanto a VAP grande se procede a descartar esta edificación.

Otra edificación que está dentro de esta selección corresponde al catastro 0202043012000 de VAP grande en donde los criterios que no cumple

son el área en planta baja y la ubicación del acceso principal, sin presentar mayor importancia en estos criterios se analizaron las plantas revisando cada uno de los planos, por lo cual al revisarlos se pudo constatar que la presente edificación corresponde a una pareada, en donde el predio representa la mitad de la edificación por lo cual se descartó.

La tercera edificación que cumple con el 90% pertenece al catastro 0203014032000 y es de Marco confinado pequeño, los criterios que no cumplen son altura y ubicación de las crujeas, como selección de posible caso de estudio se procedió analizar los planos, sin embargo se descartó ya que corresponde a un local comercial que no presenta paredes internas en planta baja, sin representar tampoco una edificación con muchas características para analizarlas en el modelo matemático.

Finalmente, la última edificación que también presenta el 90% de cumplimiento se pudo constatar que los criterios que la edificación de VAP pequeño cuyo catastro es 0203000024000 tiene criterios que no cumplen los cuales son el área en planta baja y la relación de aspecto; esta edificación si presenta características de las edificaciones representativas del centro histórico por lo cual se tomó como segundo caso de estudio.

En conclusión las dos edificaciones que corresponden a los casos de estudios son:
MNR grande: 0203017017000
VAP pequeño: 0203000024000

CASO 1

Ubicación



Figura 207. Mapa de Ecuador.
 Mapa de las provincias. n/a. (2011).
 [Mapa] Adaptado de <https://sp.depositphotos.com/122017906/stock-illustration-ecuador-provinces-map-grey.html>



Fig. 208. Mapa de Cuenca, Ecuador.
 Fuente: Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales de Cuenca.
 Elaborado: Grupo de Tesis.



Fig. 209. Ubicación del Centro Histórico de Cuenca
 Fuente: Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales de Cuenca.
 Elaborado: Grupo de Tesis.



Fig. 210. Ubicación del caso de estudio 1
 Fuente: Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales de Cuenca.
 Elaborado: Grupo de Tesis.

Emplazamiento



CASA BORRERO

El caso de estudio 1 corresponde a la tipología de Mampostería no reforzada grande. Este se encuentra ubicado en la parroquia Huayna capac, en las calles Honorato Vásquez y Antonio Borrero 5-31, correspondiente a la zona 0203 del área de primer orden, al sur del casco histórico de la Ciudad.

La edificación se emplaza en una zona histórica representativa de la ciudad como es el barrio de Todos Santos; sector reconocido por la producción artesanal de pan. Desde su creación este sector fue principalmente de uso residencial, sin embargo, esto cambió la década anterior, en donde el sector se volvió en una zona de distracción nocturna, modificando de esta manera al uso de suelo actual que es de comercio en su gran mayoría.

Este caso de estudio es producto de este cambio de uso de suelo, en donde las intervenciones realizadas en el inmueble han dado como resultado al estado actual de esta edificación.

Como características generales de esta edificación tenemos que esta presenta una ubicación en banda y adosada a sus dos costados.

Información General



Clave catastral:
0203017017000

Detalle de uso:
Comercio

Año de edificación:
1930

Año de intervención:
2013

Clase de intervención:
Intervención mayor

Tipo de intervención:
Readecuación

Motivo de intervención:
Se eliminaron las paredes
para readecuar los espacios
y cambiar el uso de mixto a
comercio.

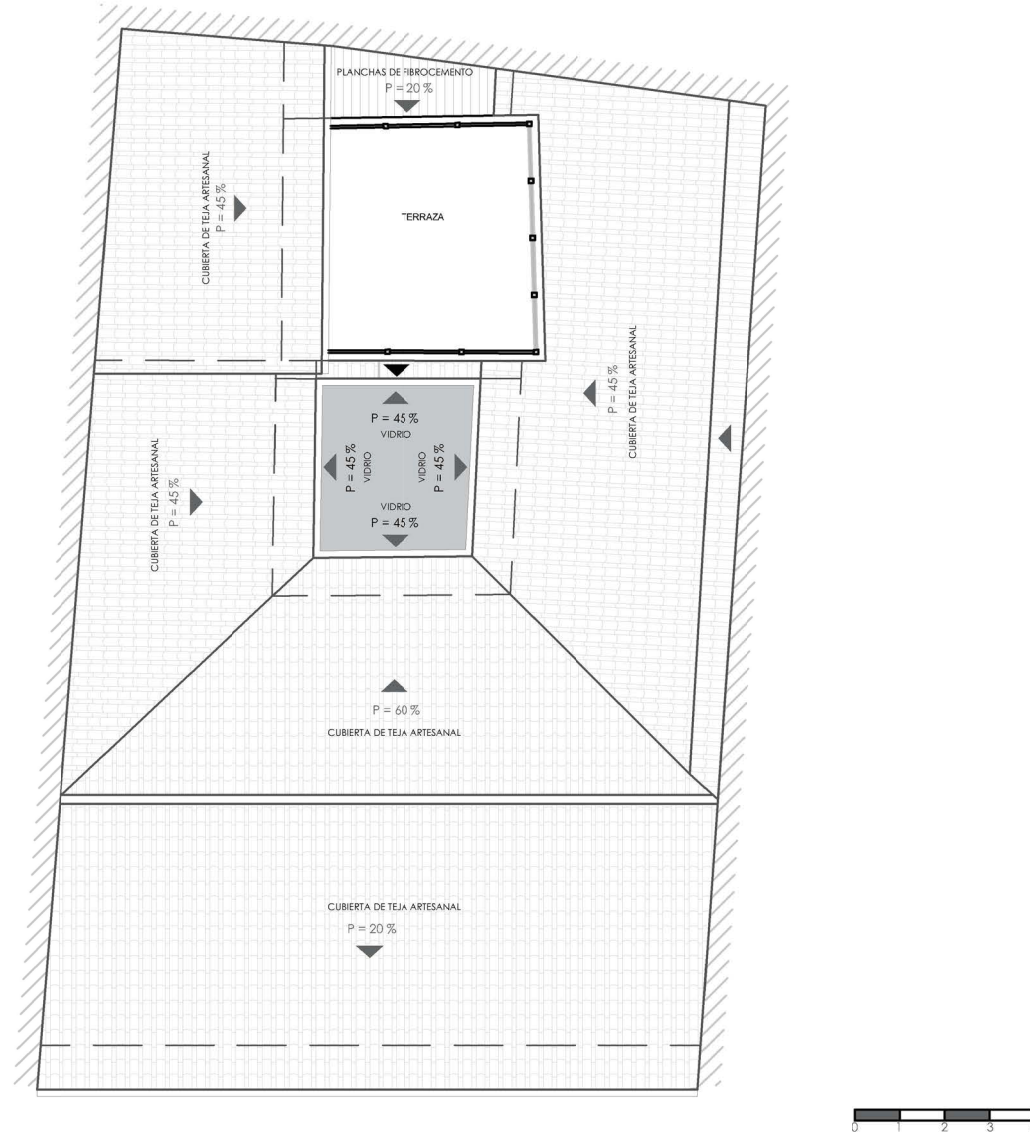
Categorización de la edifica-
ción:
VAR (B)

Estilo arquitectónico:
Moderna

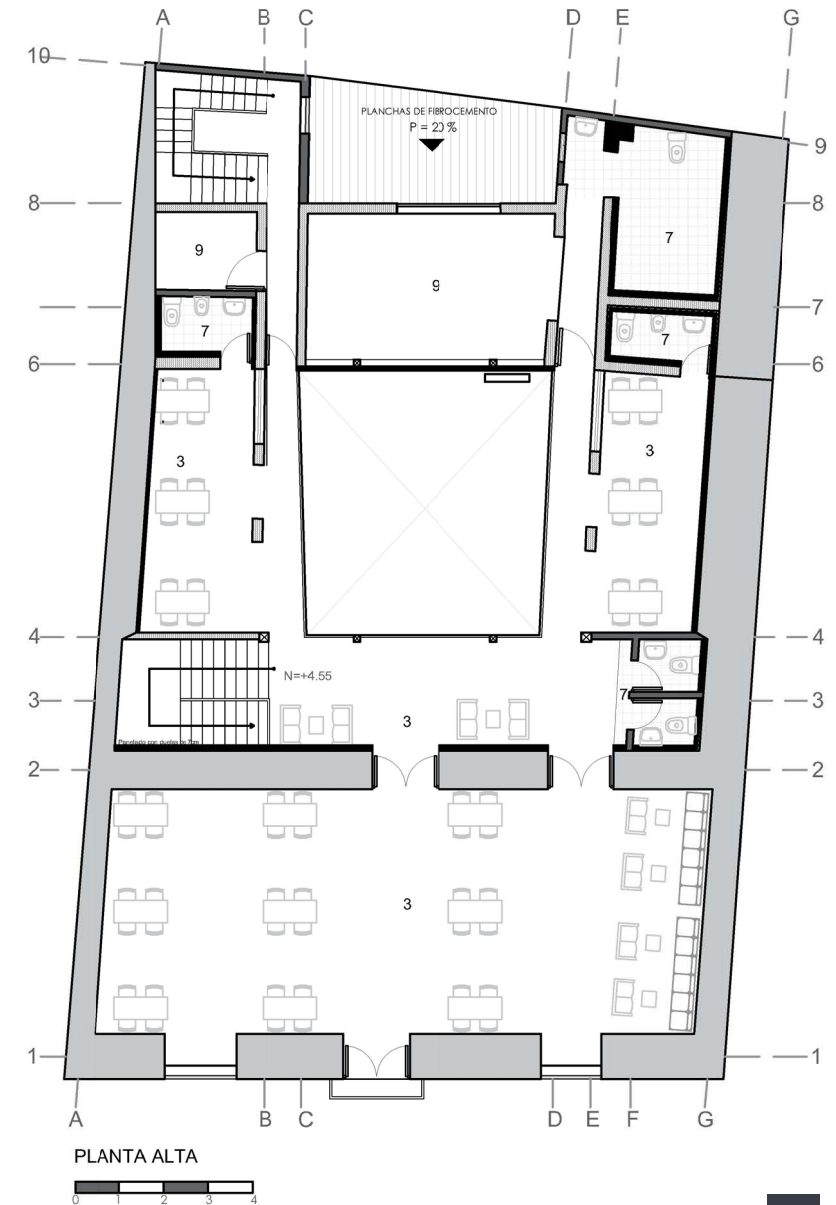
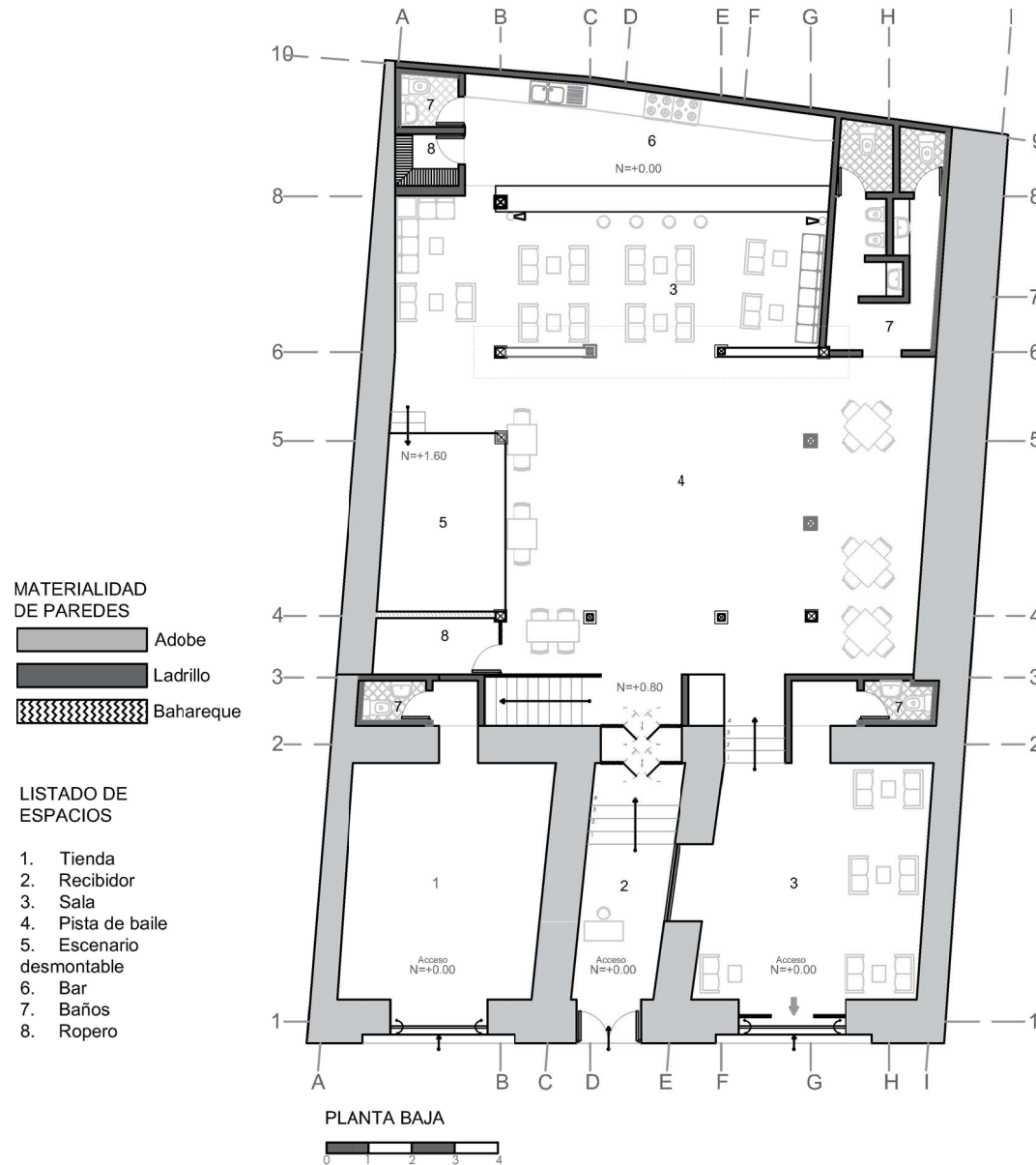
Estilo de construcción:
Vernáculo

Figura 211. Fachada frontal de la casa Borrero.
Fuente: Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales de Cuenca.

Planta de Cubiertas



Plantas arquitectónicas



Análisis arquitectónico

FORMA

La edificación tiene una forma de rectángulo vertical, presentando regularidad en sus paredes externas; sin embargo, las paredes internas no presenta regularidad debido a que no son continuas y no se encuentran totalmente alineadas, esto debido a la intervención que se ha realizado en la edificación.

DISTRIBUCIÓN DE PAREDES

Los planos presentan el estado anterior de la edificación, en donde se observa que esta era de uso mixto, cuyo uso comercial se encontraba únicamente en su parte frontal, y el uso residencial se encontraba en la parte posterior de la planta baja y en toda su planta alta (Fig. 212). Con el cambio de uso de la edificación de mixto a comercial, se han realizado intervenciones que han modificado la tipología inicial de la vivienda.

Para modificar los espacios en la planta baja se eliminaron las paredes de las habitaciones y del baño de la parte posterior para usar el espacio para comedor, bar y baño, también se eliminaron gradas y se crearon paredes para hacer un baño (Fig. 213) sin embargo; se conservó el patio central y la tienda que se encontraba en la parte frontal izquierda mientras que la segunda tienda de la parte frontal derecha pasa a formar parte del resto de la edificación como una sala.

Las intervenciones en planta alta son menores, en donde el estado anterior muestra que existían paredes divisorias que se eliminaron para incrementar el área de uso y hacer un espacio más amplio.

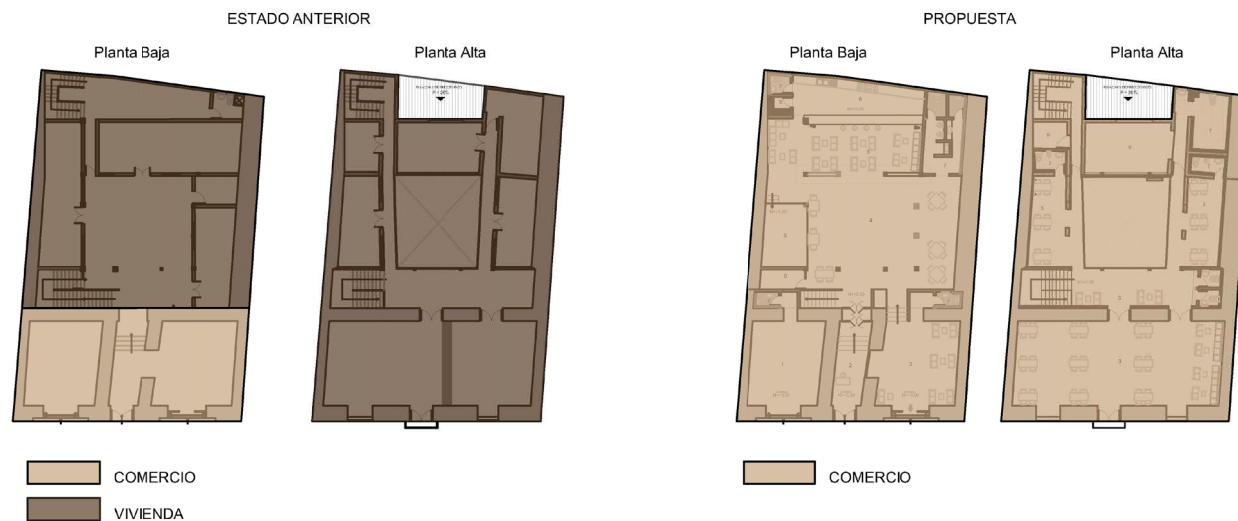


Figura 212. Distribución de zonas estado anterior y estado actual

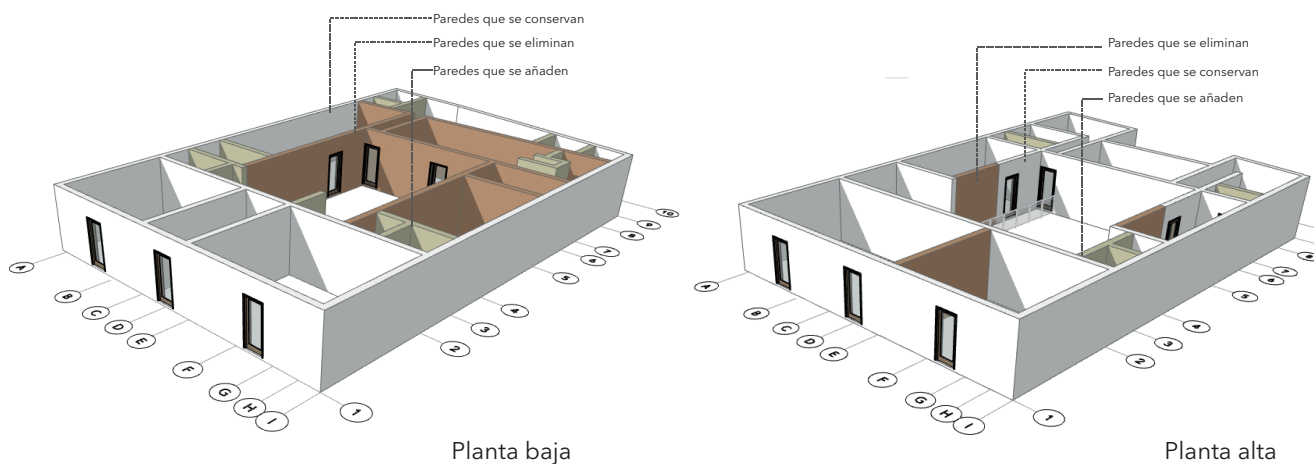


Figura 213. Adición y eliminación de paredes.



Fig. 214. Esquema de circulación vertical

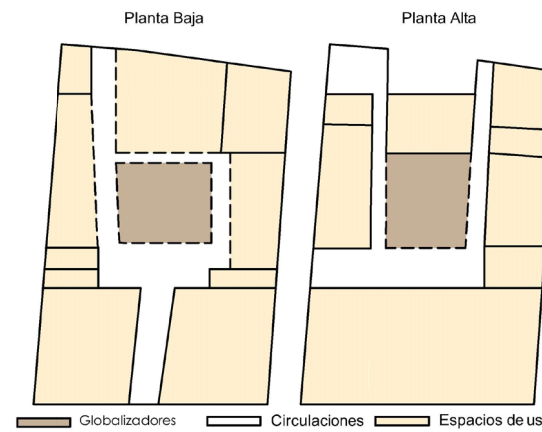


Fig. 215. Esquema de espacios, circulaciones y globalizadores.

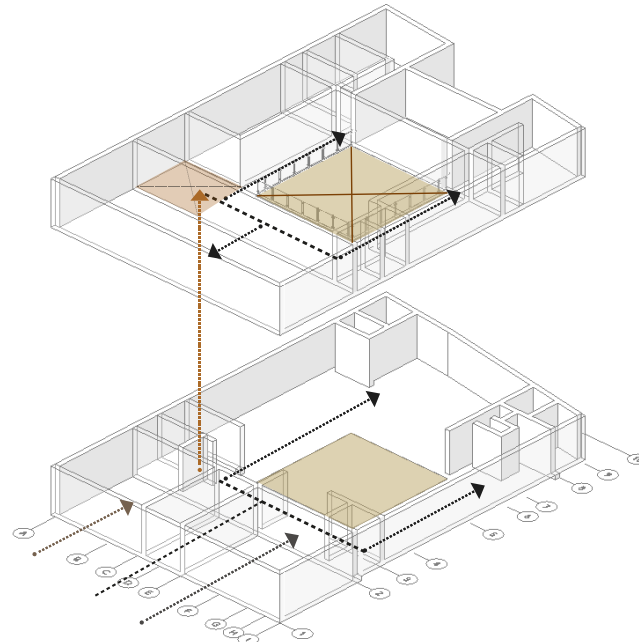


Fig. 216. Esquema de circulación Horizontal

UBICACIÓN DE ESPACIOS

La distribución de escaleras, accesos y gradas configura la circulación en la edificación.

Las **escaleras** conforman la circulación vertical y están ubicadas en la parte lateral izquierda media y posterior de la edificación. Esto ayuda a fragmentar la vivienda en su lado de mayor longitud. Mientras que las escaleras en la planta alta ubicadas en la parte posterior izquierda permite comunicar con una terraza ubicada en el N= +7.70 m (Fig. 214).

El **acceso** principal forma parte delimitante de la circulación horizontal ubicado centralmente en la fachada. Este conduce hacia un patio central que es el eje articulador en la circulación horizontal de la edificación y que conecta la parte frontal y posterior de esta. Los dos espacios marcados lateralmente en la parte frontal de la edificación presentan un acceso propio, en donde solamente la ubicada a la derecha se comunica con la parte posterior de la edificación (Fig. 215).

La presencia del **patio** ubicado centralmente hace que se genere una circulación horizontal alrededor de este, lo cual sucede de la misma forma en la planta alta ya que existe un espacio vacío referente al mismo, esto hace que los espacios se conecten a través de un pasillo (Fig. 216).

PATRÓN DE ABERTURAS

La edificación de Mampostería no reforzada grande con respecto al patrón de aberturas presenta en su fachada frontal el siguiente patrón: P-M ya que en la planta baja existen solo 3 puertas y en la planta alta hay un sistema mixto: dos ventanas a cada lado de la fachada frontal y una puerta que se encuentra ubicada centralmente (Fig. 217).

ALINEACIÓN

El patrón de aberturas ayuda a determinar la alineación en fachada, en donde puertas y ventanas se encuentra totalmente alineadas (Fig. 218), teniendo puerta con ventanas a los costados y puerta con puerta en su parte central. Este patrón es característico en las edificaciones correspondientes a esta tipología en donde sus fachadas presentan una ritmo marcado.

LLENOS Y VACÍOS

Con respecto a llenos y vacíos (Fig. 219), tenemos el porcentaje total de aberturas con respecto a la fachada frontal. De esta manera se determina el área de la fachada y el área de las aberturas para realizar una relación y encontrar un valor total en donde tenemos que para esta edificación el porcentaje de área hueca representa el 26.61% de aberturas de su fachada.



Fig. 217. Esquema de llenos y vacíos.

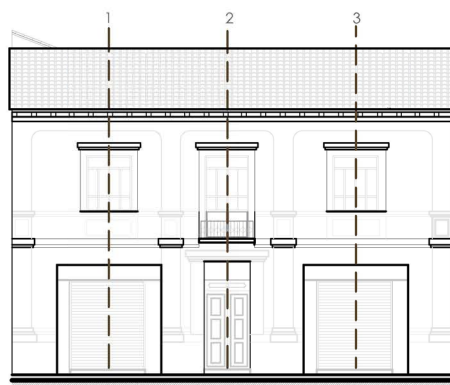


Fig. 218. Esquema de patrón de aberturas

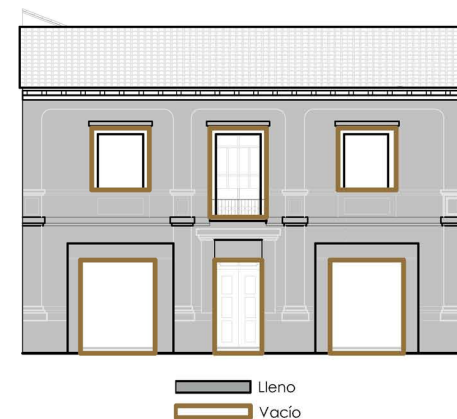


Fig. 219. Esquema de alineación.

Análisis Geométrico



Fig. 220. Sección frontal de edificación de MNR.

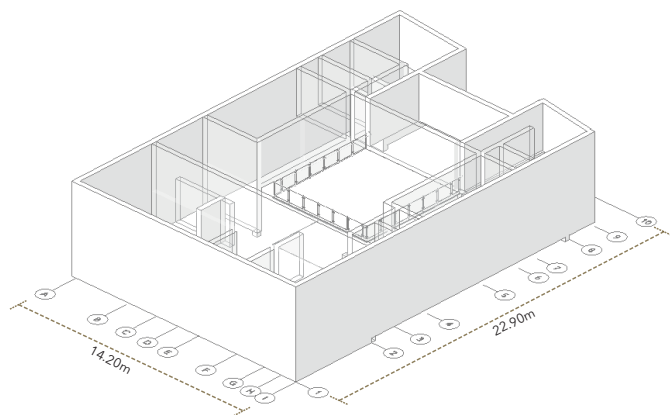


Fig. 221. Esquema de Relación de aspecto.

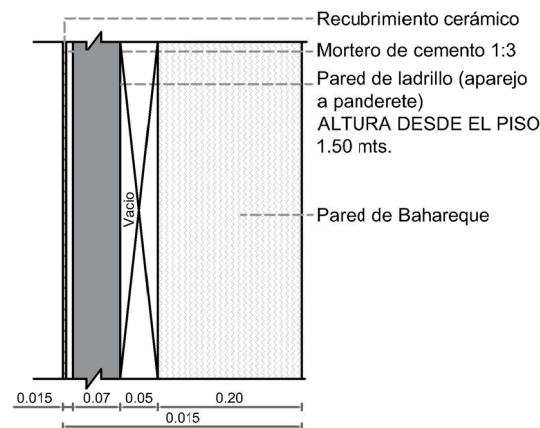


Fig. 222. Detalle de pared de Baño.

ALTURA DE ENTREPISO

La edificación presenta una altura de 4.55 m en planta baja y una altura de 3m en planta alta, existe además una terraza que eleva la cubierta en la parte posterior teniendo una altura máxima de +13.30 m (Fig. 220).

RELACIÓN DE ASPECTO

La edificación al tener una forma de rectángulo vertical posee la medida de frente de 14.20 m y la medida de fondo de 22.90 m presentando una relación de aspecto de 0.62 m (Fig. 221).

ESPESOR DE PAREDES

La edificación presenta paredes de diferentes espesores marcados por la variación del material. Externamente posee paredes portantes de adobe de 80cm y 60cm de espesor. Internamente presenta una variación en planta baja y planta alta. Las paredes internas en planta baja son de ladrillo ubicadas en la parte posterior las cuales tienen un espesor de 15 cm, mientras que en la planta alta presenta paredes internas de bahareque de 20 cm de espesor (Fig. 222). Estas variaciones se debe a las intervenciones y las modificaciones en donde se han eliminado paredes y se han cambiado su materialidad.

CASO 2

Ubicación



Figura 225. Mapa de Ecuador.
Mapa de las provincias. n/a. (2011).
[Mapa] Adaptado de <https://sp.depositphotos.com/122017906/stock-illustration-ecuador-provinces-map-grey.html>



Fig. 226. Mapa de Cuenca, Ecuador.
Fuente: Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales de Cuenca.
Elaborado: Grupo de Tesis.



Fig. 227. Ubicación del Centro Histórico de Cuenca
Fuente: Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales de Cuenca.
Elaborado: Grupo de Tesis.

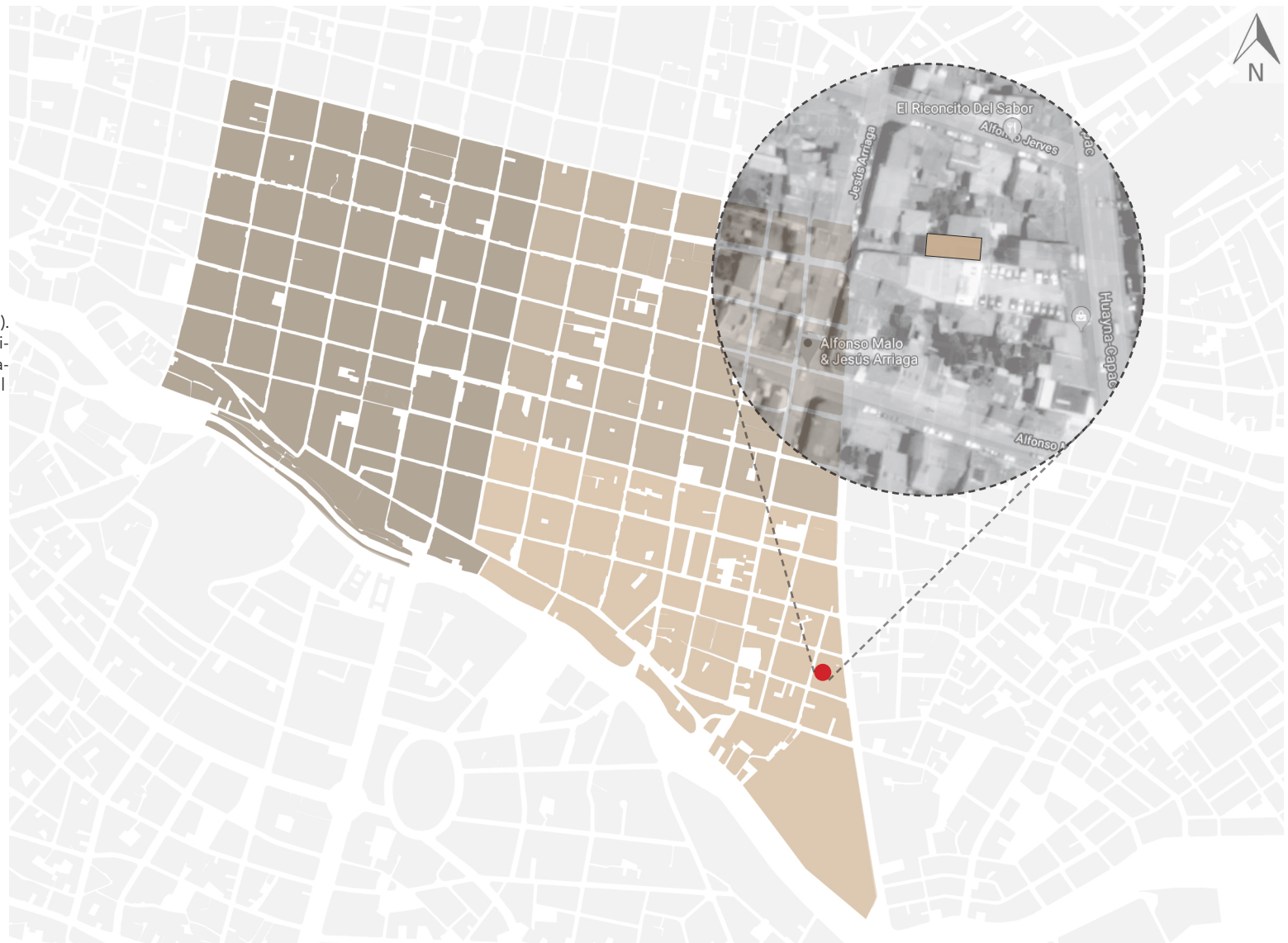
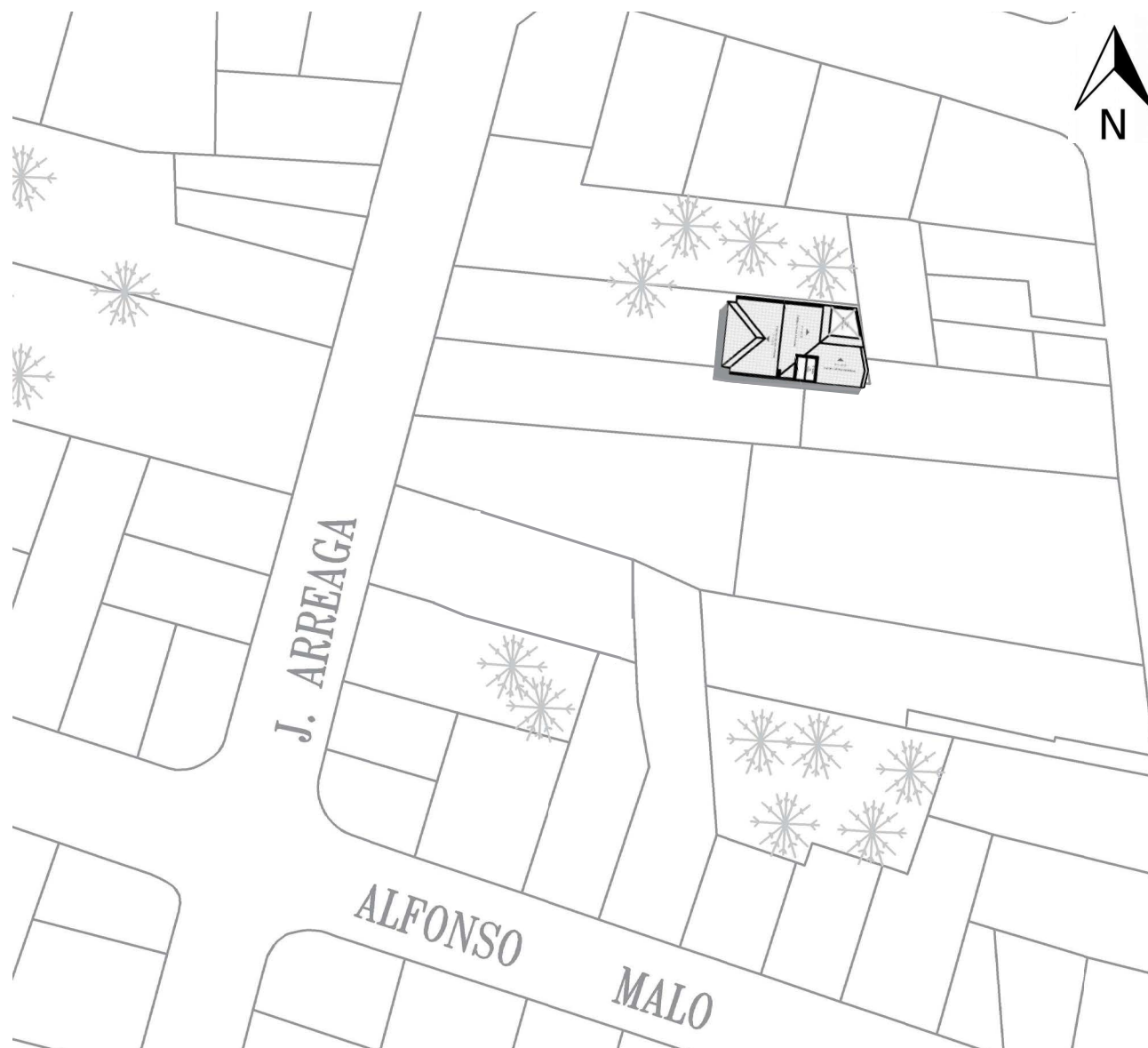


Fig. 228. Ubicación del caso de estudio 2
Fuente: Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales de Cuenca.
Elaborado: Grupo de Tesis.

Emplazamiento



CASO DOS

El caso de estudio 2 corresponde a la tipología de vigas de atado perimetral pequeño. Esta edificación se encuentra ubicada en la parroquia el Sagrario entre las calles Jesús Arteaga y Alfonso Malo correspondiente a la zona 0203 del área de primer orden del centro histórico de Cuenca.

Esta edificación se encuentra en un sector en donde el uso de suelo es mayoritariamente residencial ya que se encuentra al borde del área delimitada del centro histórico hacia la Av. Huayna Capac (sur-este). Las edificaciones de este sector presentan una tipología distinta a las edificaciones que se encuentran en la parte céntrica del centro histórico, en donde las viviendas de MNR pasan a ser escasas y existe una mayor presencia de edificaciones de VAP y MC. Esto debido a que esta zona se consolida años posteriores al área de primer orden por lo que se utilizan sistemas constructivos modernos como el uso de paredes de ladrillo con un sistema estructural de hormigón.

La vivienda seleccionada, dentro de las edificaciones de VAP, se encuentra adosada a sus costados y presenta un retiro amplio (retiro frontal). El uso de la edificación es vivienda y la información obtenida no presenta registros de intervenciones mayores que se han realizado en la edificación, salvo un plano de planta baja que indica el estado de abandono en el que se encontraba la vivienda.

Información General



Figura 229. Fachada frontal del predio perteneciente a la casa de VAP.

Propio

OBSERVACIÓN: La figura 229 corresponde a la fachada de la vivienda frontal que existe dentro del predio, ya que la edificación de VAP perteneciente al segundo caso de estudio se encuentra en la parte posterior del predio, por lo que no se pudo tener un registro fotográfico de esta edificación.

INFORMACIÓN GENERAL

Clave catastral:
0203027024000

Detalle de uso:
Vivienda

Año de edificación:
2005

Año de intervención:
2014

Clase de intervención:
Intervención menor

Tipo de intervención:
Nueva edificación

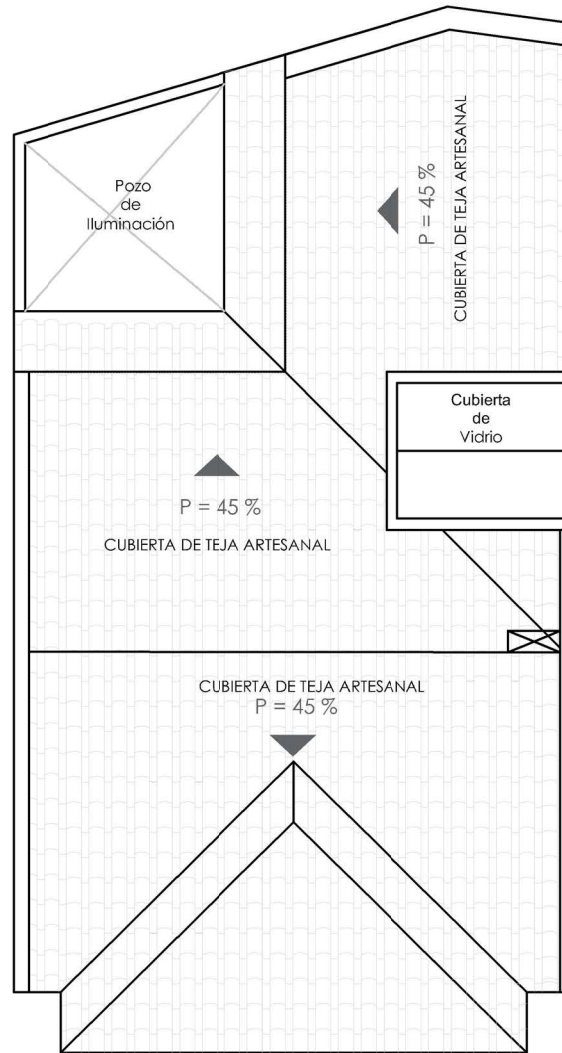
Motivo intervención:
Vivienda anterior se encontraba en mal estado y estaba abandonada.

Categorización de la edificación:
Sin valor especial

Estilo arquitectónico:
Moderna

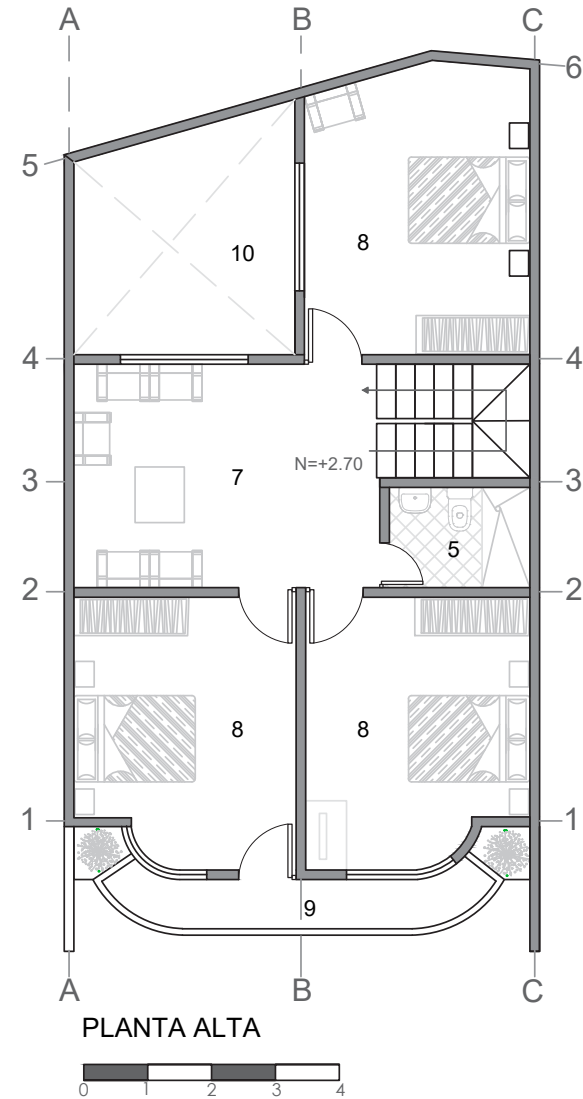
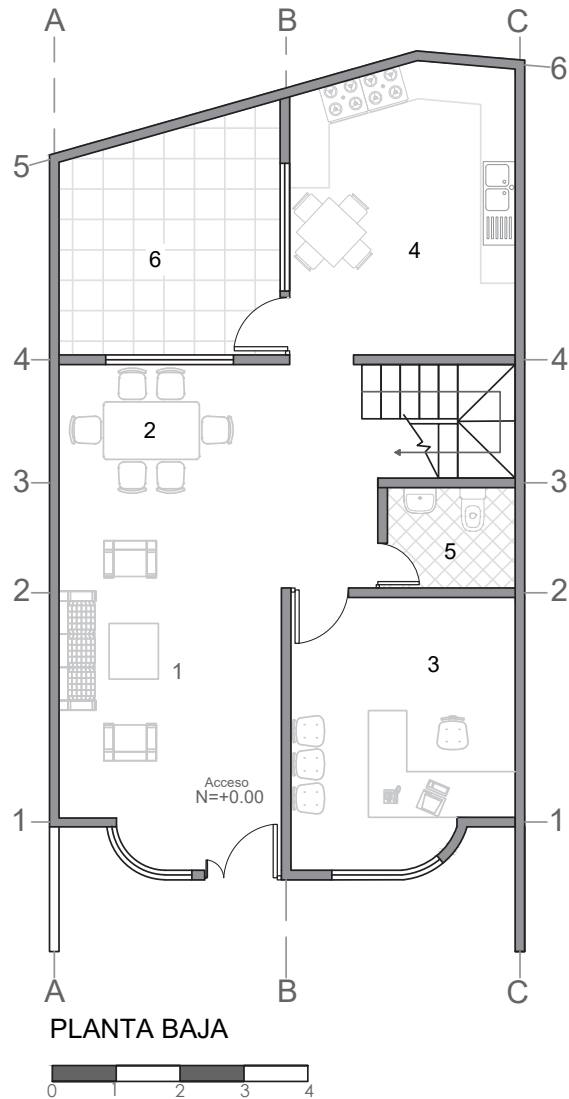
Estilo de construcción:
Otro

Planta de Cubiertas



Plantas arquitectónicas

1. Sala
2. Comedor
3. Estudio
4. Cocina
5. Baño
6. Lavandería
7. Estar
8. Dormitorios
9. Balcón
10. Pozo de iluminación



Análisis arquitectónico

FORMA

La edificación tiene una forma de cuasi rectángulo vertical, presentando en su mayor parte regularidad en sus paredes externas; sin embargo, las paredes internas no presenta regularidad debido a que no son continuas y no se encuentran totalmente alineadas (Fig. 230).

DISTRIBUCIÓN DE PAREDES

Al analizar los planos arquitectónicos de la edificación se puede observar una distribución uniforme de los espacios que conforman la vivienda, en donde las paredes interiores de mampostería de ladrillo que delimitan estos espacios se encuentran en sentido paralelo y perpendicular a la fachada conformando un sistema de crujías mixtas.

Dentro de la información obtenida sobre esta edificación, existe un plano que indica el estado inicial de la planta baja de la vivienda. Esta información ha permitido mostrar que la planta baja al ser una edificación que no fue terminada y se encontraba abandonada, no mostraba elementos como puertas, ventanas o sistema de piso. Los planos actuales indican que esta distribución se ha respetado casi en su totalidad a excepción de la parte posterior en donde se ha modificado dos paredes para conformar el espacio de la cocina y lavandería (Fig. 231). No existe información de la planta alta, sin embargo, se puede apreciar que esta posee una distribución muy similar a la de la planta baja.

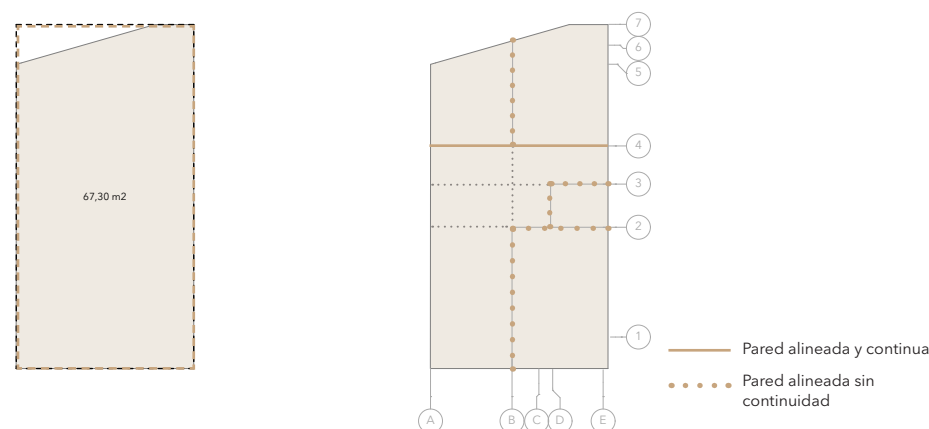


Fig. 230. Forma y regularidad de la planta

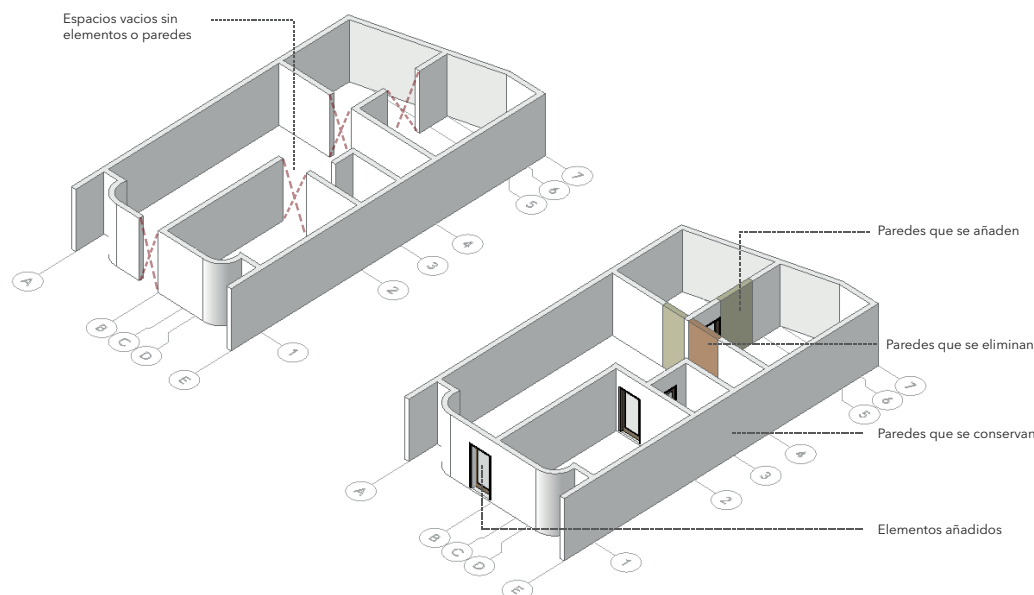
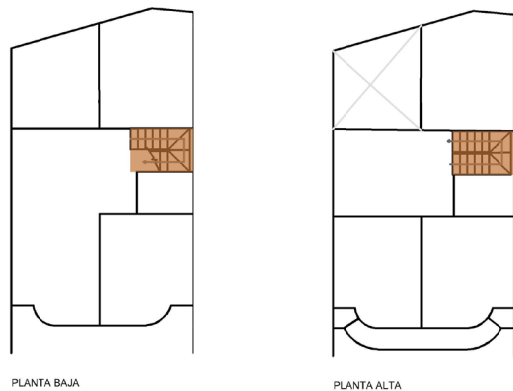
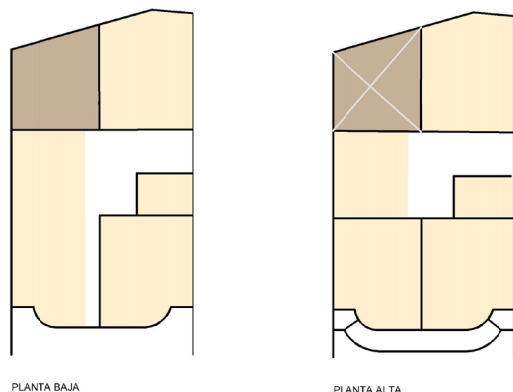


Fig. 231. Adición y eliminación de paredes y elementos



Escaleras

Fig. 232. Esquema de circulación vertical



Globalizadores
Circulaciones
Espacios de uso

Fig. 233. Esquema de espacios, circulaciones y globalizadores.

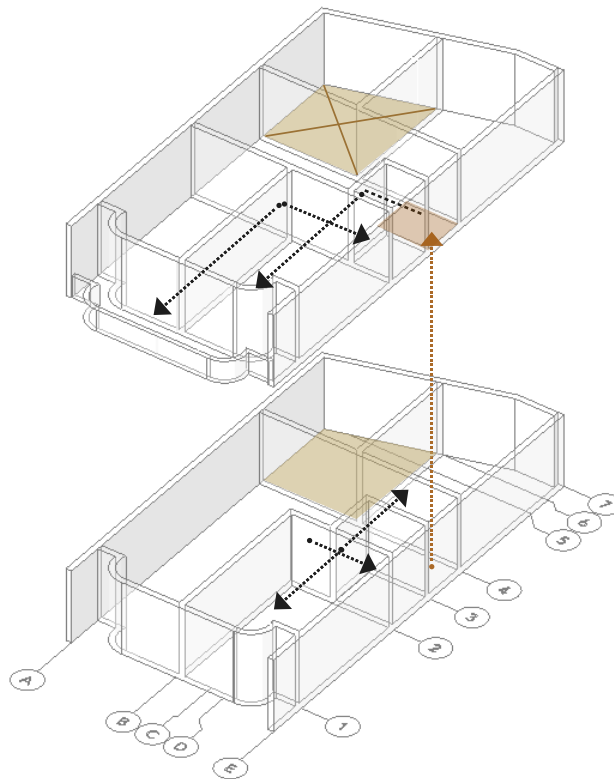


Fig. 234. Esquema de circulación Horizontal

UBICACIÓN DE ESPACIOS

La ubicación de espacios configuran las circulación en la edificación.

Al ser una vivienda con un sistema de organización espacial sencillo, presenta un sistema de circulación vertical mediante **escaleras** ubicadas lateralmente en la parte derecha de la edificación, la cual permite una conexión céntrica entre las dos plantas de la edificación (Fig. 232).

Mientras que el **acceso** se ubica centralmente en la edificación generando un pasillo que comunica los diferentes espacios llegando hasta una zona central que comunica con la circulación vertical. La edificación presenta un sistema de circulación similar tanto en planta baja como en planta alta (Fig. 233).

Existe un espacio que se ha considerado como **patio** ubicado posteriormente a lado izquierdo de la edificación (Fig. 234) ya que este se genera a partir de un espacio vacío en la planta alta formando una especie de doble altura. A diferencia de la función como elementos articuladores en muchas de las viviendas del centro histórico, este patio tiene como única función iluminar los espacios posteriores de la vivienda; además de servir como lavandería.

PATRÓN DE ABERTURAS.

El patrón de abertura que presenta esta edificación corresponde al patrón M-M lo que quiere decir que esta presenta un sistema mixto en planta baja y planta alta correspondiente a dos ventanas laterales y una puerta central ya que en planta baja sirve como acceso a la vivienda y la puerta también central en la planta alta sirve para comunicar con un balcón (Fig. 235).

ALINEACIÓN.

La alineación de aberturas en la fachada frontal muestra la simetría existente en la ubicación de puertas y ventanas en planta baja y planta alta (Fig. 236).

Esta es una característica representativa de estas edificaciones que presentan un ritmo uniforme en sus fachadas.

LLENOS Y VACÍOS.

Finalmente se analizó la característica de llenos y vacíos (Fig. 237) haciendo relación al porcentaje total de abertura en la fachada de la edificación, obteniendo como resultado un 35.25% de aberturas totales en la fachada.

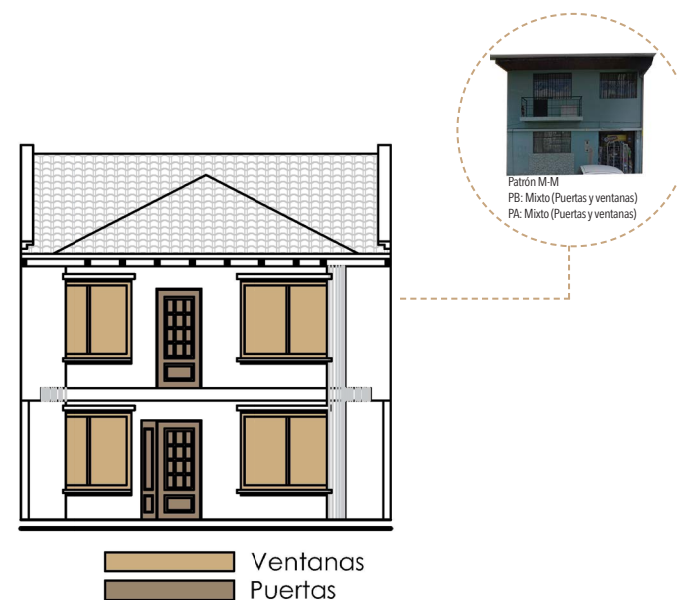


Fig. 235. Patrón de aberturas de VAP.

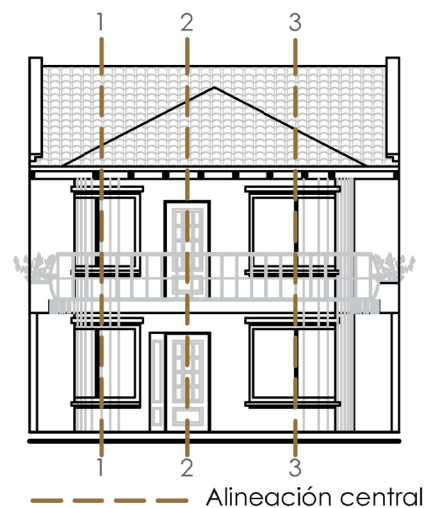


Fig. 236. Esquema de alineación de fachada



Fig. 237. Esquema de llenos y vacíos.

Variabilidad Geométrica



Fig. 238. Sección frontal de edificación de VAP.

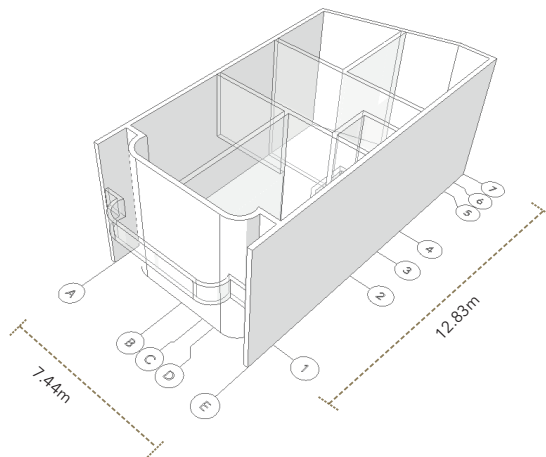


Fig. 239. Esquema de Relación de aspecto.

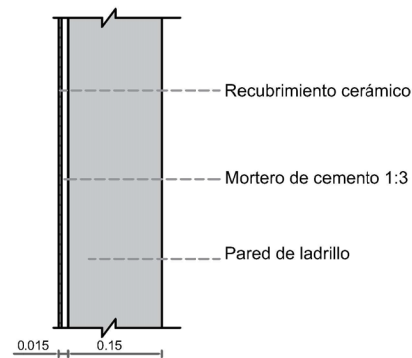


Fig. 240. Detalle de pared de Baño.

ALTURA DE PISOS

La edificación presenta un altura menor en relación al anterior caso de estudio, en donde tenemos una altura de 2.40 m en planta baja y una altura de 2.70 m en planta alta. La altura máxima de la edificación con respecto a su cubierta es de 7.54 m (Fig. 238).

RELACIÓN DE ASPECTO

La forma de la edificación con respecto a su planta es de un rectángulo vertical, en donde la longitud de del frente es de 7.44 m y la de fondo 12.83 m (Fig. 239), teniendo así una relación de aspecto de 0.58 m.

ESPESOR DE PAREDES

Esta edificación, al pertenecer a la tipología de VAP presenta una materialidad constante en todas sus paredes, en donde el espesor es el mismo tanto al exterior e interior. Se encuentra conformada por paredes de mampostería de ladrillo cuyo espesor es de 15 cm para toda la edificación (Fig. 240).

Variación Mecánica

La edificación del segundo caso de estudio, al pertenecer al grupo de vigas de atado perimetral, presenta características representativas de esta tipología como es un sistema de vigas perimetrales de hormigón armado de 20x15 cm (Fig. 241), las cuales conforman una estructura de atado de la mampostería y a la vez de la edificación.

Al no existir columnas, estas vigas cumplen la función de distribuir las cargas hacia las paredes y así hacia los cimientos de la edificación que presenta un sistema de zapatas corridas de piedra y hormigón.

SISTEMA DE PISO

En planta baja existe un sistema mixto conformado por un sistema monolítico con cerámica en las zonas húmedas y un sistema de piezas con madera en el resto de espacios. El sistema de entrepiso es de madera, el cual está armado con vigas de madera de eucalipto de 14x16 cm, separadas cada 80 cm, sobre los cuales descansan tiras de eucalipto de 4x5 cm, colocadas en sentido contrario y sobre estas se asienta la duela de madera de 2cm de espesor (Fig. 242). Estas conjuntamente con las vigas de atado conforman un sistema de soporte de cargas importante para el análisis y determinación de vulnerabilidad en el modelo matemático.

SISTEMA DE CUBIERTA

Si bien no existen detalles de la edificación, ni de su cubierta en el cuadro de especificaciones técnicas (Tabla 44), se pudo ver la materialidad la cual está conformado por una estructura metálica y teja común, esta cubierta posee pendientes igual a 45%.

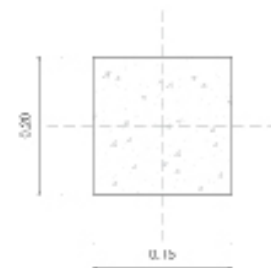
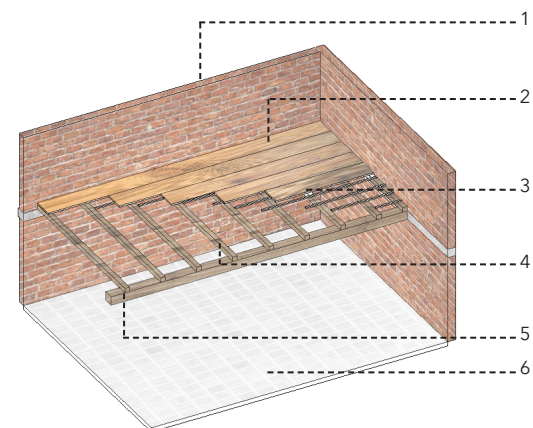


Fig. 241. Sección de columna de hormigón.

Especificaciones técnicas												
	Piedra	Ladrillo	mortero 1:4	cerámica	metálica	p.v.c	H° Simple	H° armado	Madera	alfombra	Aluminio	Vidrio
Cimientos												
Estructura												
Paredes												
Pisos												
Ventanas												
Puertas												
Cubierta												
Enlucidos												
Antepechos												
Estantes												
Bajantes												
Revestimiento												
Escaleras												
Cielo raso												
Pintura												

Tabla 44. Especificaciones técnicas de VAP pequeña.



1. Pared de ladrillo e=20cm
2. Entrado de madera e=5cm
3. Viguetas de madera de 4x5cm
4. Tiras de madera de 16x16cm
5. Viga de madera de 16x16cm
6. Piso de cerámica

Fig. 242. Detalle constructivo de entrepiso.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO SÍSMICO





INTRODUCCIÓN

En este capítulo se analiza el comportamiento sísmico de los dos casos de estudio, mediante el uso del método de elementos finitos (MEF). Para la aplicación de este método es necesario conocer como está conformada la estructura de cada edificación (MNR y VAP), identificando los elementos que la conforman. Es así que en primera instancia se modela utilizando el método de pórtico equivalente, en donde las columnas y vigas estructurales se analizan como elementos lineales denominados Frames y las mamposterías como elementos bidimensionales denominados Shell. Para los modelos se idealizó la geometría de las edificaciones, en donde esta varía para acoplarse a una modulación que facilite su análisis. Sin embargo, se ha cuidado en que esta idealización no presente modificaciones exageradas en sus características estructurales, arquitectónicas y geométricas. Posteriormente, se procede analizar sus variables mecánicas como densidad, modulo de elasticidad, espesores, etc, datos necesarios que nos ayudan a identificar los modos de vibrar de cada estructura que posteriormente permiten la evaluación crítica de los resultados obtenidos mediante la aplicación del método antes mencionado (MEF). Este método funciona como una herramienta de cálculo numérico que permite la aproximación a los valores resultantes de la función desde el conocimiento de un número determinado y finito de puntos, para finalmente determinar la deriva mediante el conocimiento de las partes vulnerables de la edificación y así conocer su comportamiento sísmico.



Análisis previo

Uno de los objetivos de la tesis es utilizar un modelo matemático existente que, mediante un software, permita conocer el comportamiento sísmico de dos tipologías de edificaciones más representativas del área de estudio. Este análisis empieza con determinar el comportamiento de la edificación ante cargas permanentes para posteriormente realizar un análisis modal en donde se determina sus principales modos de vibrar de los cuales dependerá el espectro de diseño de la edificación.

De esta manera, teniendo en cuenta el método que se va a utilizar, es necesario tener un acercamiento previo a la configuración estructural de los dos casos de estudio antes de iniciar el análisis de comportamiento sísmico.

La configuración estructural de cada edificación se da mediante el modelado de la edificación en donde estas, al poseer una forma irregular en planta, han sido sujetas a una idealización necesaria para su posterior modelado.

4.1 Idealización de las Edificaciones

Los dos casos de estudio resultan de un análisis previo de sus propiedades arquitectónicas, mecánicas y estructurales en donde estas poseen el mayor número de características representativas del CHC. Una de las características de estas edificaciones es la irregularidad que presentan en la geometría de su planta.

Esto ha sido determinante al iniciar su análisis del comportamiento sísmico, ya que, al presentar una irregularidad geométrica, se ha optado por una idealización en su planta arquitectónica que facilite su modelado cuidando que esta no afecte sus características estructurales y mecánicas.

Es entonces que se realiza una idealización mediante la modulación de la planta arquitectónica en base a una malla modulada. La medida de esta malla modulada ha resultado de aquella que mejor se acomode a la planta original de cada edificación, abarcando todos los elementos arquitectónicos y estructurales de cada edificación.

Inicialmente se opta por una malla modulada de 20x20 cm para ambas edificaciones de VAP y MNR. Sin embargo, la edificación de MNR presentó un problema debido al número de elementos resultantes de este fraccionamiento el cual era muy extenso, por lo que se requería de un equipo con mejores prestaciones para el cálculo de esta edificación. Es así que se realiza una variación para este caso, en donde se utiliza una malla modulada de 40x40 cm, mientras que la edificación

de VAP conserva la malla de 20x20cm.

En ambos casos, todos los elementos que componen la edificación han sido encajados en su respectiva modulación procurando respetar en lo mayor posible las medidas de la planta original, incluyendo alturas.

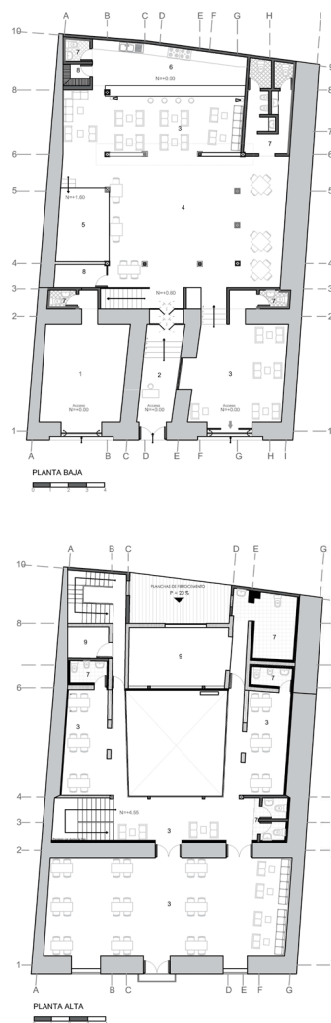
Debido al método de análisis que se utiliza, se ha trabajado dentro del modelo únicamente con los elementos estructurales como vigas, columnas y paredes. Sin embargo, al tener en los dos casos de estudio un entrepiso de madera (sistema flexible), y al revisar los planos de las secciones de las edificaciones se ha considerado un sistema de viguetas ubicadas cada 80 cm. El objetivo de este sistema de viguetas es soportar las cargas verticales de entrepiso y a su vez transmitir las a las vigas principales en el caso de la edificación de VAP y a los muros de adobe en la edificación de MNR.

En el caso de la cubierta, se ha optado por no considerar su modelado debido a que esta es un elemento deslindado de la estructura y no representa mayor cantidad de masa la edificación. En su reemplazo, se ha modelado las vigas soleras que soportan las cargas de la cubierta para posteriormente asignarles las respectivas cargas.

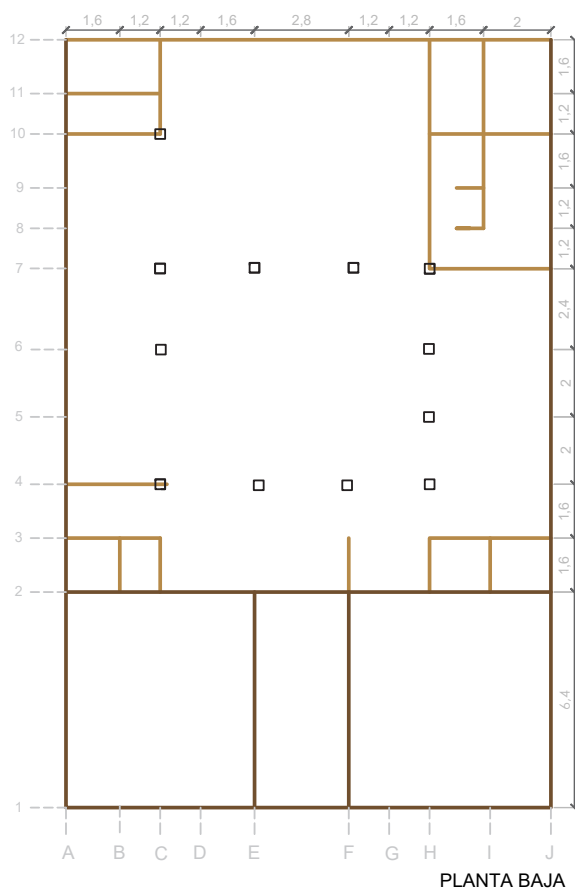
Esta idealización ha dado como resultado plantas arquitectónicas moduladas para ambas edificaciones que posteriormente han permitido su modelado en un software de diseño estructural.

4.1.1 Idealización de la edificación de Mampostería no reforzada MNR.

PLANTA ARQUITECTÓNICA ORIGINAL



Debido a las intervenciones realizadas en la edificación, esta presenta una irregularidad marcada en la forma y distribución de su planta (Fig. 243). Para la idealización se ha procedido, en primer lugar, a corregir la forma de su planta inclinada en un rectángulo (Fig. 244). De la misma forma, interiormente se ha ordenado las paredes acorde a la corrección de la planta cuidando que esta no presente mayor cambio en su ubicación y conformación de espacios. Esta tipología, al poseer un patio central posee columnas de madera que han sido consideradas como una estructura de soporte y que a su vez transmite cargas de cubierta y entrepiso.



— Adobe

— Ladrillo

— Bahareque

Figura 243. Plantas originales de MNR.

Figura 244. Idealización de la planta baja y alta de MNR.

4.1.2 Idealización de la edificación de Vigas de atado perimetral VAP.

La tipología inicial de la planta arquitectónica presenta una forma irregular ya que esta no es completamente cuadrada (Fig. 245). Además, se puede observar en la parte frontal una pared semi curva que cumple una función netamente estética. Interiormente la edificación presenta una regularidad en la distribución de sus paredes. La idealización ha mantenido la forma y distribución original de la planta, excepto la pared curva frontal que como se ha dicho, no cumple una función estructural por lo que se ha procedido a su reemplazo por una pared recta (Fig. 246).

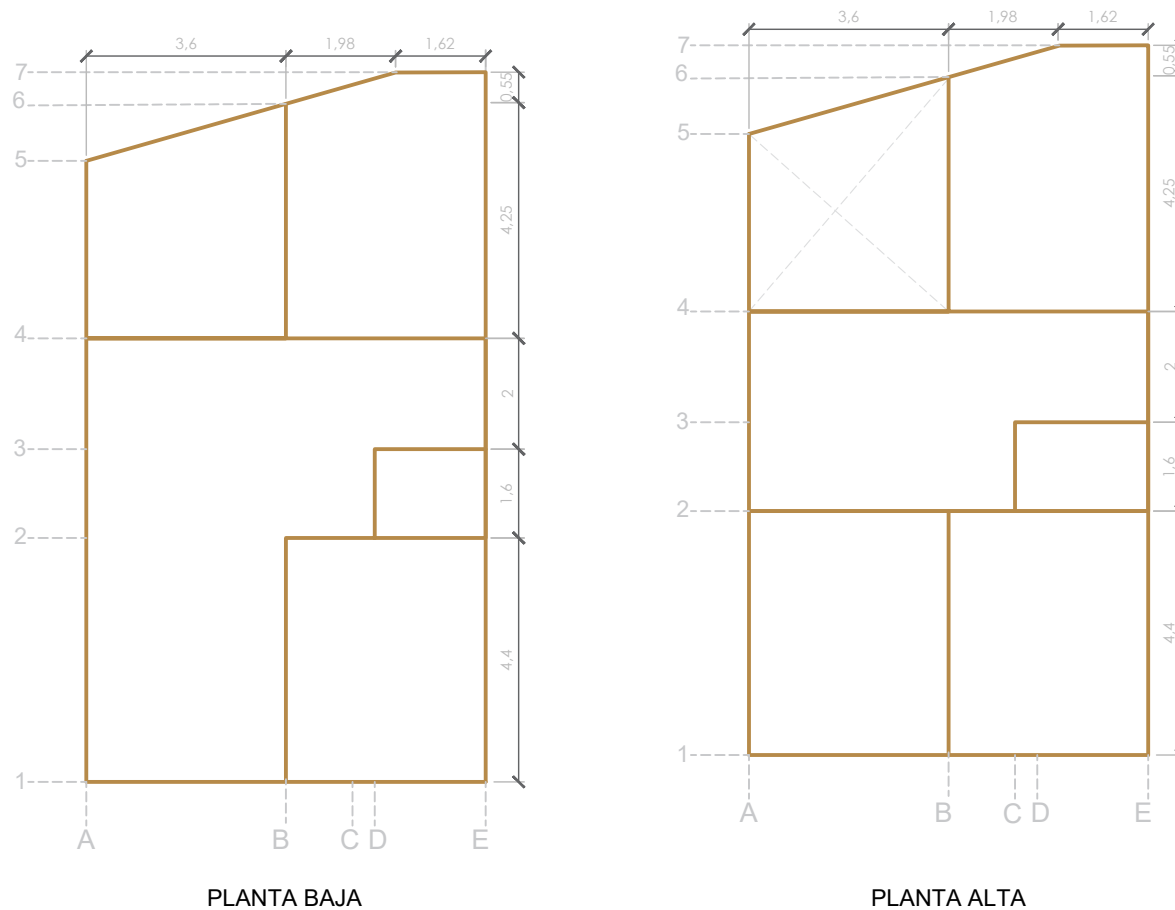


Figura 245. Idealización de la planta baja y alta de VAP.

PLANTA ARQUITECTÓNICA ORIGINAL

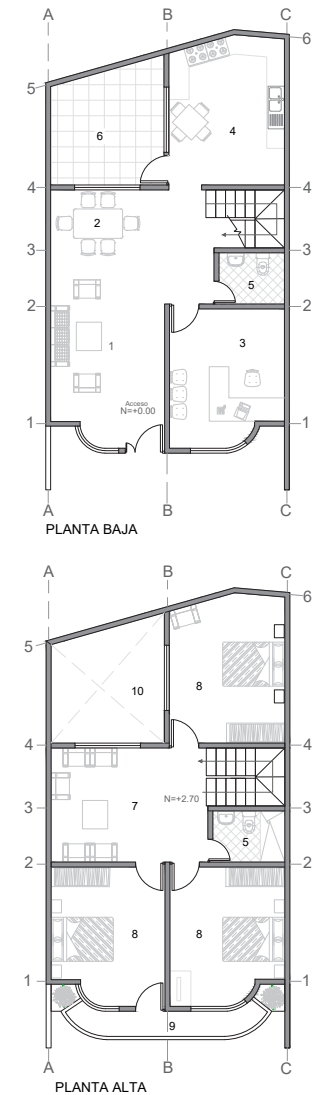


Figura 246. Plantas originales de VAP.

4.2 Modelado

Para el modelado se ha utilizado el software de diseño estructural SAP2000. Este es un software especializado para diseño estructural el cual implementa un método de elementos finitos dentro de una interfaz gráfica 3D orientada a objetos. Este software se utiliza para la conformación de la geometría de los modelos ya que posee una amplia variedad de códigos de diseño que permite un dimensionamiento que se acopla a diferentes tipos de estructuras, acompañado de una versatilidad en su modelado (CSI, 2019).

Este programa presenta una plataforma con un menú de inicio que permite trabajar en 2D y 3D al mismo tiempo, lo que facilita el modelado y una mejor comprensión del trabajo que se realiza (Fig. 247).

Una vez dentro del programa se ha creado una malla con la medida de los ejes previamente modulados en la idealización de las plantas, correspondientes a cada edificación. Estos ejes permiten identificar la ubicación de los elementos que conforman la estructura de la vivienda dentro del modelo. Se inicia con el modelado de las paredes trabajando en la ventana 2D en donde los planos "xy" y "zy" dentro del programa ayudan a su correcta ubicación y modelado.

Tras el modelado de cada pared, se procede a subdividirla en módulos de 20x20 cm en el caso de la edificación de VAP y de 40x40 cm para la edificación de MNR (Fig. 248). Estos módulos

crearán los nodos de pared dentro del modelo los mismos que deben coincidir con los nodos que resultan de la división correspondientes a los elementos (vigas y columnas).

Una vez terminado las paredes, ya se puede observar la forma tridimensional de la edificación. Finalmente se colocan los elementos estructurales como vigas y columnas en donde el programa separa por color (azul y rojo) a estos elementos, para su distinción y mejor manejo de los mismos (Fig. 249).

El resultado final es un modelo que contiene información espacial en donde cada elemento modelado tiene sus propias características de ubicación y dimensiones mediante coordenadas. Los elementos creados en este programa serán posteriormente exportados dependiendo de su tipo.

Estos son:

- Nodos (nodes),
- Elementos estructurales conformados por vigas y columnas (Frames).
- Paredes (Shells).

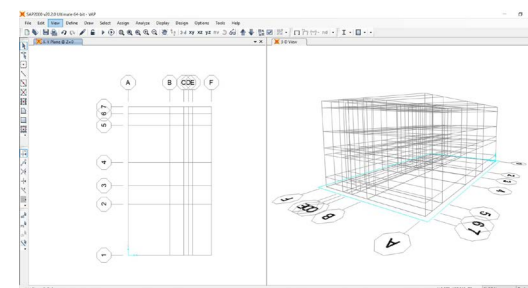


Figura 247. Ventana de dibujo en SAP2000.

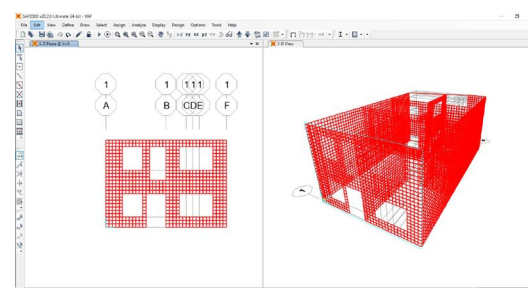


Figura 248. Vista en xz y vista 3d de la edificación de MNR.

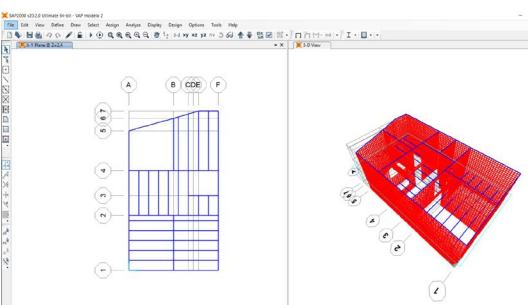


Figura 249. Vista en xy y vista 3d de la edificación de VAP.



NODOS

Los nodos son los puntos de conexión existentes entre los elementos que conformaran el modelo. Estos se crean automáticamente en los extremos de cada elemento Frame y también en las esquinas de cada área del elemento Shell (Fig. 250 y 251). Los nodos son los principales puntos en la estructura de la edificación en donde actuarán los desplazamientos. Estos componentes de desplazamientos en los nodos se los conoce como grados de libertad y pueden ser de traslación o rotación. El número de posibles desplazamientos dependerá del tipo de elemento que conforman los nodos.

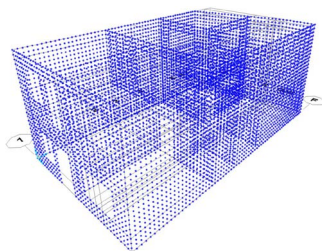


Figura 250. Nodos de los puntos que conforman la edificación de VAP.

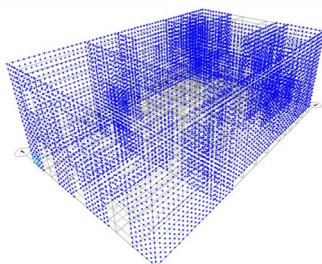


Figura 251. Nodos de los puntos que conforman la edificación de MNR.

ELEMENTOS TIPO SHELL

Los elementos tipo Shell son un tipo de elemento bidimensional que dentro del modelo representa a estructuras planas como losas, membranas o paredes (Fig. 252 y 253). Estos resultan de la subdivisión modulada de cada pared en donde su identificación dentro del modelado estará dada mediante las coordenadas de 4 nodos que permiten su configuración. Al estar conformadas de 4 nodos, estos elementos poseen 24 grados de libertad que en conjunto representarán el comportamiento de cada pared o losa.

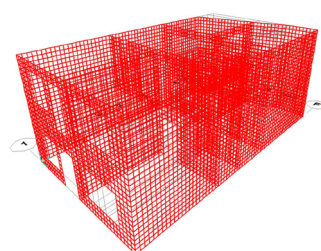


Figura 252. Elementos que conforman las paredes de la edificación de VAP.

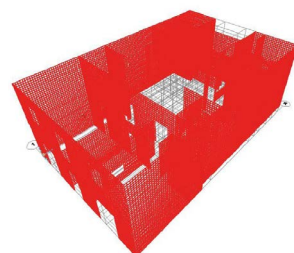


Figura 253. Elementos que conforman las paredes de la edificación de MNR.

ELEMENTOS TIPO FRAME

Los elementos tipo Frames son un tipo de elemento lineal usado principalmente para la representar a vigas y columnas. Estos se presentan con líneas rectas entre dos nodos previamente seleccionados (Fig. 254 y 255). Cada elemento Frame presenta 12 grados de libertad, en donde cada nodo posee información de sus coordenadas dentro del modelo que posteriormente permitirá seleccionarlos y entregarle propiedades de sección, materialidad y cargas que determinara su comportamiento en el análisis de su comportamiento sísmico (Moroch, 2018).

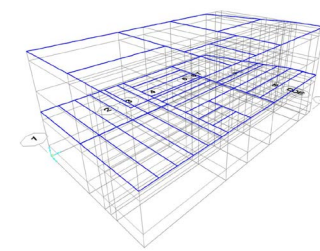


Figura 254. Elementos que conforman las vigas de entepiso y cubierta de la edificación de VAP.

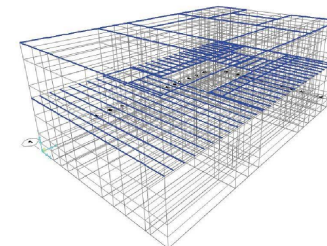


Figura 255. Elementos que conforman las vigas de entepiso y cubierta de la edificación de MNR.

4.3 Exportación del modelo y asignación de cargas

El análisis del comportamiento sísmico de las edificaciones se lo desarrolló en la Herramienta Stabil dentro del Software Matlab, debido a que este nos permite tener una interacción directa con la configuración de matrices que es importante para el tipo de análisis que se va a utilizar. Es así que se procede a exportar el modelo con sus respectivos nodos y elementos desde el SAP2000 a Stabil.

Para la exportación se utiliza la base de datos de Microsoft Office Excel, en donde se asigna las propiedades que posee cada elemento (vigas, columnas y paredes).

4.3.1. EXPORTACIÓN DE NODOS

Los nodos son los puntos de unión de los elementos, estos son exportados en primer lugar a la base de datos Excel, en donde se le asigna un punto y coma a la derecha de cada nodo en la tabla, condición necesaria para ejecutar el comando que permitirá graficar los puntos en el programa (tabla 43).

4.3.2. EXPORTACIÓN DE ELEMENTOS

La segunda fase es la exportación de los elementos conformados por Frames (vigas y columnas) y Shell (paredes) dentro del SAP2000. Para esta fase se necesita un análisis más completo para su exportación, debido a que a pesar de pertenecer a un mismo tipo de elementos, no todos poseen las mismas características (tabla 44). Es así que se las

identifica por separado para su posterior exportación y asignación de características mecánicas, arquitectónicas y estructurales. Esta identificación se da acorde a la ubicación y función del elemento dentro de la estructura de la edificación, en donde se analiza el entrepiso, cubierta y paredes.

4.3.3 ASIGNACIÓN DE CARGAS

4.3.3.1 Sistema de entrepiso

Al tratarse de un sistema de entrepiso de madera (sistema flexible), se realiza un cálculo mediante la determinación de las diferentes cargas que actúan en el sistema de entrepiso conformado por viguetas de madera. Se calcula las diferentes densidades en cada vigueta para conocer que elementos poseen estas características exclusivas y así distinguirlos en su exportación.

Para el cálculo es necesario conocer la carga muerta que se genera en el entrepiso, en el que se consideran los pesos de cielo raso, instalaciones, entirado y duela de madera. La masa está definida por la carga muerta que poseen los elementos lineales, tomando el 100% de la carga muerta (CM) y el 30% de la carga viva (CV), cuyo cálculo determinará la carga última mediante la fórmula (NEC-SE-CG):

$$CU = (1,2 * CM) + (0,3 * 1,6 * CV)$$

CU = Carga última

NODOS				
# NODO	X	Y	Z	Condición
1	0	0	0	;
2	7,2	0	0	;
3	7,2	0	2,4	;
4	0	0	2,4	;
5	0,2	0	0	;
6	0,2	0	0,2	;
7	0	0	0,2	;
8	0,2	0	0,4	;
9	0	0	0,4	;
10	0,2	0	0,6	;

Tabla 43. Tabla resultante de la exportación de nodos que contiene los datos del número de nodos con su respectiva coordenada en x, y y z.

ELEMENTOS (MAMPOSTERÍA)								
ID	TIPO	SECCIÓN	MATERIAL	NODO 1	NODO 2	NODO 3	NODO 4	CONDICIÓN
2	2	2	2	1	5	6	7	;
3	2	2	2	7	6	8	9	;
4	2	2	2	9	8	10	11	;
5	2	2	2	11	10	12	13	;
6	2	2	2	13	12	14	15	;
7	2	2	2	15	14	16	17	;
8	2	2	2	17	16	18	19	;
9	2	2	2	19	18	20	21	;
10	2	2	2	21	20	22	23	;

ELEMENTOS (ESTRUCTURA/VIGAS)								
ID	TIPO	SECCIÓN	MATERIAL	NODO 1	NODO 2	NODO 3	NODO 4	CONDICIÓN
1	1	1	1	3187	3402	8500	NaN	;
4	1	1	1	3417	8002	8500	NaN	;
5	1	1	1	249	4901	8500	NaN	;
6	1	1	1	4901	4914	8500	NaN	;
7	1	1	1	4914	4927	8500	NaN	;
8	1	1	1	4927	4940	8500	NaN	;
9	1	1	1	4940	4953	8500	NaN	;
10	1	1	1	4953	4966	8500	NaN	;
11	1	1	1	4966	4979	8500	NaN	;

Tabla 44. Tablas resultantes de la exportación de elementos (Shell superior, Frame inferior). Los datos que contienen son: ID (identificación o número de elemento), tipo, sección y material de cada elemento acompañado de cuatro nodos en el caso de paredes (tabla 2) y dos nodos en el caso de vigas o columna (tabla 3).



CM= Carga muerta
CV= 100 (Carga no transitable_cubierta)
200 (Carga transitable_entrepiso)

Los datos de cielo raso e instalaciones se han obtenido de la norma NEC (Cargas no sísmicas) de la tabla 8-4.1 Carga muerta: peso de los materiales. El peso de tira de madera y duela de madera se ha obtenido del manual de diseño de vigas y viguetas de madera.

Por lo tanto esta carga actúa sobre el sistema de entrepiso, sin embargo no posee la misma densidad para todos los elementos, ya que la determinación del rho depende de la sección de la madera, la longitud sobre la cual actúa y el área en donde se genera esta carga (ver fig.). Por este motivo se analizan las diferentes áreas para cada viga que se encuentra separada cada 80 cm aplicando la siguiente fórmula:

$$Rho = \frac{(A \times C.U.)}{AT} + PV$$

A= área sobre la que se ejerce la carga
C.U= carga última
L= longitud de las tiras de madera
AT= área de la sección de la tira de madera
PV= Peso de la madera

El valor de AT es fijo ya que la sección de la tira de madera es constante (14x16 cm), y al considerar un mismo tipo de madera, su peso es 800kgf/m² para todo el análisis de entrepiso. Así mismo, el dato de la carga última es constante.

Cabe recalcar que para estos cálculos, se ha trabajado con las plantas arquitectónicas idealizadas.

4.3.3.2 Sistema de cubierta

Para el sistema de cubierta se analiza la carga última en donde el peso de la cubierta depende de la materialidad de la estructura para cada edificación, siendo de madera para MNR y de estructura metálica para VAP. De esta manera varía el valor del peso, teniendo para el caso de MNR, datos del peso de una cubierta de madera tomado de una investigación realizada en el CHC (Jiménez, 2012). Para el caso de VAP, el peso de la cubierta metálica se referencia de este valor antes mencionado, sin embargo ya que el peso de la madera es menor al metal se disminuye el valor.

A esta carga se le suma los valores de cielo raso e instalaciones tomados de la norma NEC que han sido mencionados en el sistema de piso. Esto permite obtener la carga última, en donde la carga viva es igual a 100 kg/m² ya que ninguno de los dos casos presentan cubiertas accesibles.

Para el cálculo de densidades se toma el mismo criterio referente al sistema de pisos y ya que al tratarse de una cubierta inclinada no va a tener cargas similares, por lo que el procedimiento consiste en calcular el área mediante verdadera magnitud, conocer las vigas a las cuales se va a transmitir estas cargas y finalmente obtener la

densidad respectiva, aplicando las mismas fórmulas explicadas anteriormente.

4.3.3.3 Paredes

La densidad para las paredes tanto de ladrillo, adobe y bahareque se ha calculado considerando la mampostería como tal, incluido empaste y enlucido, en donde se calcula su carga muerta mediante los pesos de estas 3 características. Finalmente se procede a calcular la densidad con el espesor de la pared que también incluye el empaste y enlucido.

Si bien el cálculo de las respectivas densidades nos sirve para el análisis sísmico, se ha tratado de explicar en este punto debido a que una vez entendiendo cuáles son los elementos que poseen distintos rho, se procede a exportar estos elementos para asignar su densidad respectiva.

El cálculo de estos datos es importante ya que permite determinar a los elementos con sus distintas características. Finalmente, se ha obtenido un archivo Excel con todos estos datos: Nodos y elementos (Shell y Frame). Estos datos permitirán introducir los cálculos necesarios sobre propiedades arquitectónicas, mecánicas y estructurales de cada edificación dentro de otro programa (Matlab) en donde se determinará su comportamiento sísmico.

DATOS DE LA EDIFICACIÓN DE MNR

Sistema de entrepiso

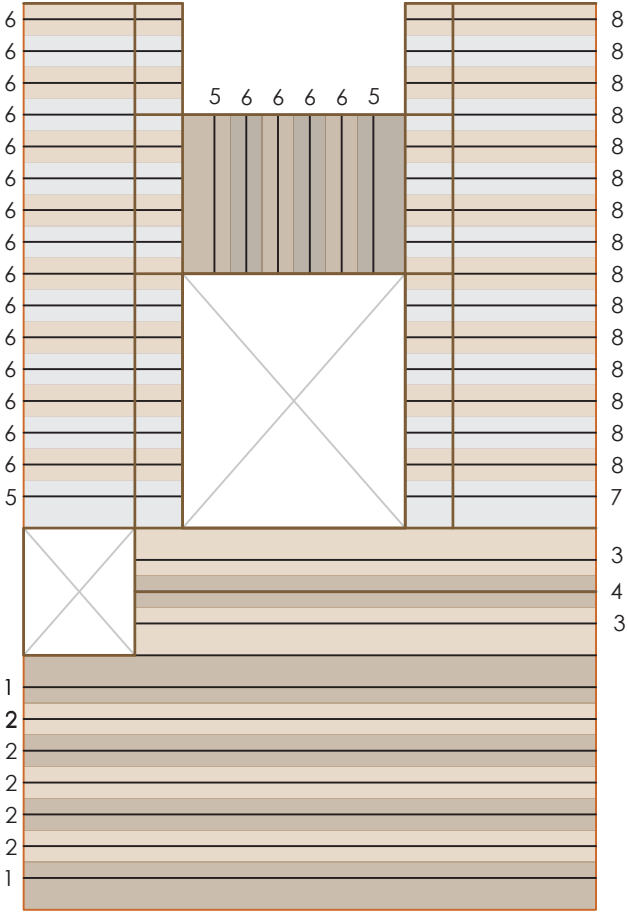


Figura 256. Esquema de vigas de entrepiso de MNR.

ENTREPISO	
CARGAS MUERTAS	
Material	kgf/m2
Cielo raso con mortero	56,08
Instalaciones	10,00
Tiras de madera	4,70
Duela de la madera	18,00
TOTAL	88,78
CARGA ULTIMA	202,54

DATOS GENERALES				
ID	ÁREA (m²)	LG (m)	CARGA (kgf/m²)	RHO (kg/m3)
A1	17,28	14,40	243,04	11650,14
A2	11,52	14,40	162,03	8033,43
A3	13,92	11,60	243,04	11650,14
A4	9,28	11,60	162,03	8033,43
A5	4,80	4,00	243,04	11650,14
A6	3,20	4,00	162,03	8033,43
A7	5,76	4,80	243,04	11650,14
A8	3,84	4,80	162,03	8033,43

DENSIDADES FINALES	
Rho1	8033,43 kg/m3
Rho2	11650,14 kg/m3

Tabla 45. Datos generales de entrepiso de MNR.

Sistema de cubierta

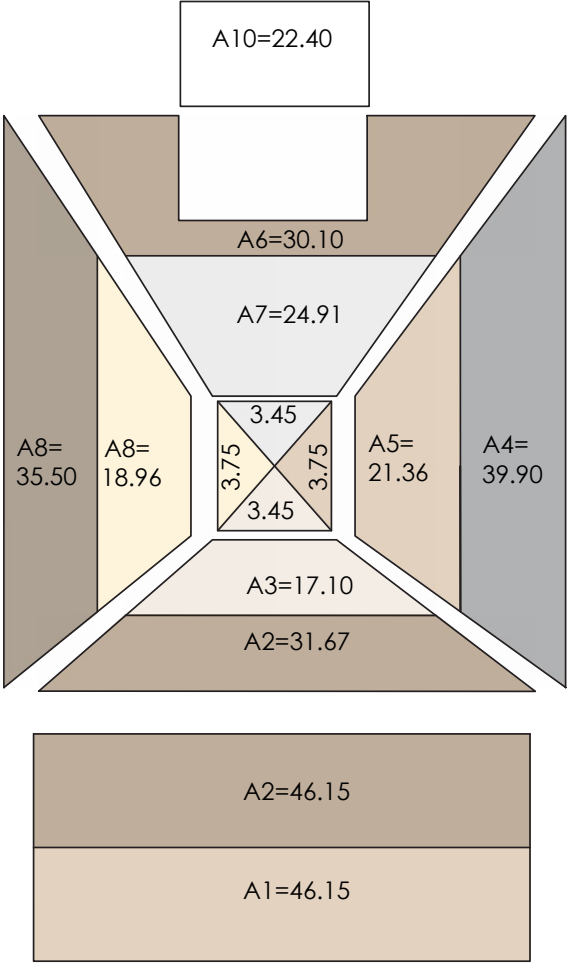


Figura 257. Esquema de áreas de cubierta de MNR.

CUBIERTA DE TEJA Y MADERA				
CARGAS MUERTAS				
Material		kgf/m2		
Cielo raso con mortero		56,08		
Cubierta		160,00		
Instalaciones		10,00		
TOTAL		226,08		
CARGA ULTIMA		319,30		

CUBIERTA DE FIBROCEMENTO				
CARGAS MUERTAS				
Material		kgf/m2		
Cielo raso con mortero		56,08		
plancha fibrocemento		9,20		
Instalaciones		10,00		
Tiras		4,70		
TOTAL		79,98		
CARGA ULTIMA		143,98		

DATOS GENERALES				
ID	ÁREA (m²)	LG (m)	CARGA (kgf/m²)	RHO (kg/m3)
A1	46,15	14,40	1023,30	34109,98
A2	77,82	14,40	1725,53	57517,63
A3	17,10	8	682,50	22749,84
	3,45		60,49	2016,18
A4	39,90	16,40	776,82	25894,13
A5	21,36	6,4	1065,65	35521,68
	3,75		82,18	2739,38
A6	30,10	20,00	480,54	16018,02
A7	24,91	8	994,21	33140,26
	3,45		60,49	2016,18
A8	35,50	16,40	691,16	23038,63
A9	18,96	6,4	945,91	31530,48
	3,75		82,18	2739,38

DATOS GENERALES				
ID	ÁREA (m²)	LG (m)	CARGA (kgf/m²)	RHO (kg/m3)
A10	22,40	11,20	287,95	11998,40

DENSIDADES FINALES (kg/m3)	
Rho1	34909,98
Rho2	58317,63
Rho3	25566,02
Rho4	26694,13
Rho5	39061,06
Rho6	16018,02
Rho7	35956,44
Rho8	23838,63
Rho9	35069,86
fibrocemento	11998,40

Tabla 46. Datos generales de cubierta de MNR.

Sistema de paredes

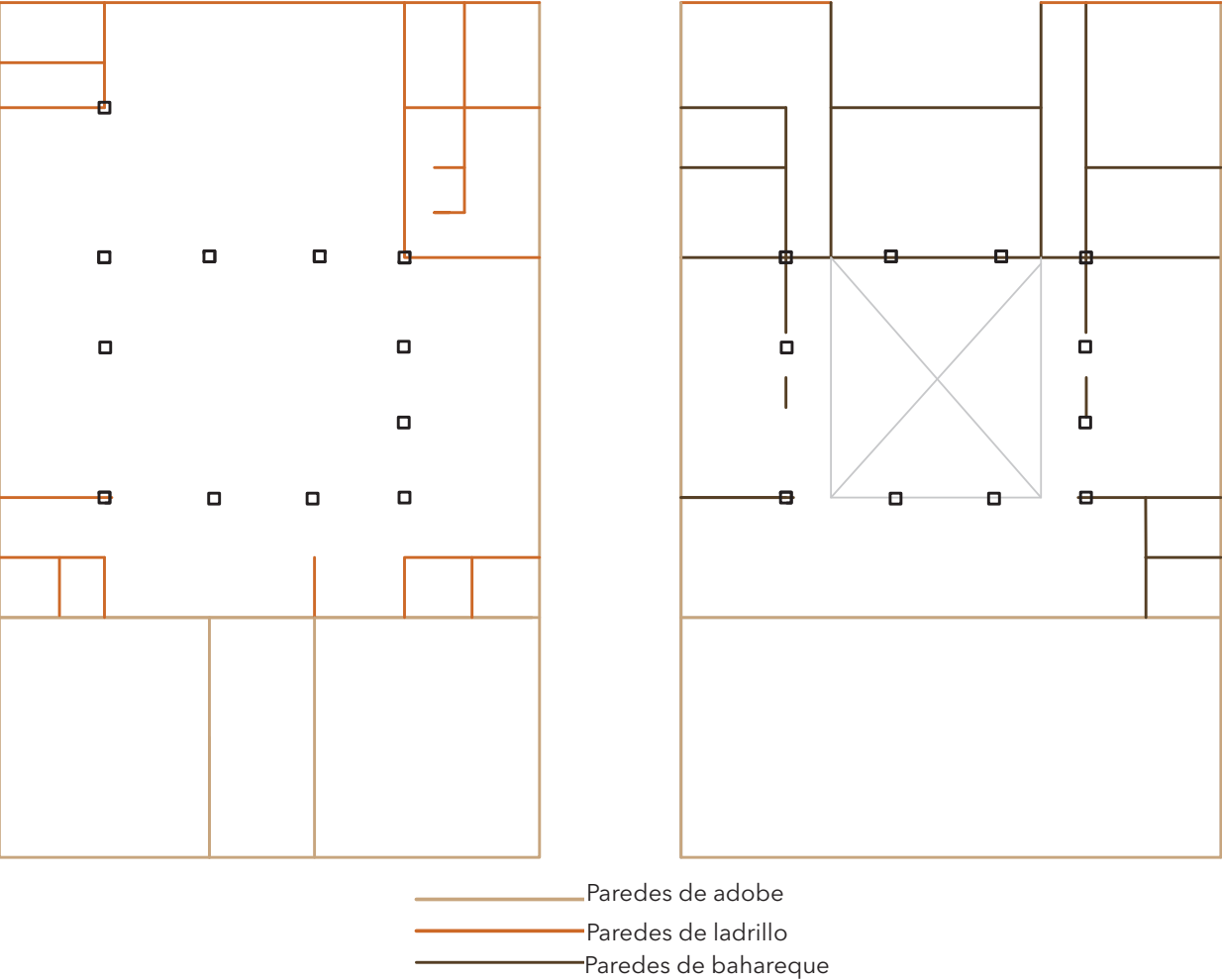


Figura 258. Esquema de materialidad de paredes de MNR.

PARED DE ADOBE	
DATOS	
Descripción	Medida
Peso del adobe (kgf/m2)	1600,00
Espesor (m)	0,60
Densidad Cemento, cal y arena (kgf/m3)	1800,00
Densidad del Empaste (kgf/m3)	1500,00
Espesor de enlucido (m)	0,04
Espesor de empaste (m)	0,01

CARGAS MUERTAS	
Material	kgf/m2
Adobe	960,00
Enlucido	72,00
Empaste	15,00
Total	1047,00

DENSIDAD DE PARED (kgf/m3)	
Peso de pared de adobe (kgf/m2)	1047,00
Espesor total de pared (m)	0,65
TOTAL	1610,77

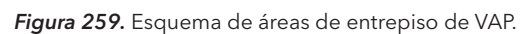
PARED DE LADRILLO	
DATOS	
Descripción	Medida
Peso del ladrillo (kgf/m2)	1700,00
Espesor (m)	0,20
Densidad Cemento, cal y arena (kgf/m3)	1800,00
Densidad del Empaste (kgf/m3)	1500,00
Espesor de enlucido (m)	0,04
Espesor de empaste (m)	0,01

CARGAS MUERTAS	
Material	kgf/m2
Ladrillo	340,00
Enlucido	72,00
Empaste	15,00
Total	427,00

DENSIDAD DE PARED (kgf/m3)	
Peso de pared de ladrillo (kgf/m2)	427,00
Espesor total de pared (m)	0,25
TOTAL	1708,00

Tabla 47. Datos generales de paredes de MNR.

Sistema de entrepiso



DATOS GENERALES				
ID	ÁREA (m²)	LG (m)	CARGA (kgf/m²)	RHO (kg/m3)
A1	8,64	7,20	191,65	9355,79
A2	5,76	7,20	127,77	6503,86
A3	5,76	7,20	127,77	6503,86
A4	5,76	7,20	127,77	6503,86
A5	5,76	7,20	127,77	6503,86
A6	4,32	3,60	191,65	9355,79
A7	2,88	3,60	127,77	6503,86
A8	2,88	3,60	127,77	6503,86
A9	2,88	3,60	127,77	6503,86
A10	4,32	3,60	191,65	9355,79
A11	1,92	1,60	191,65	9355,79
A12	1,92	1,60	191,65	9355,79
A13	3,47	4,30	127,69	6500,57
A14	3,66	4,60	127,91	6510,10
A15	3,82	4,80	127,10	6474,15
A16	5,76	4,80	191,65	9355,79

Tabla 48. Datos generales de entropiso de VAP.

Sistema de cubierta

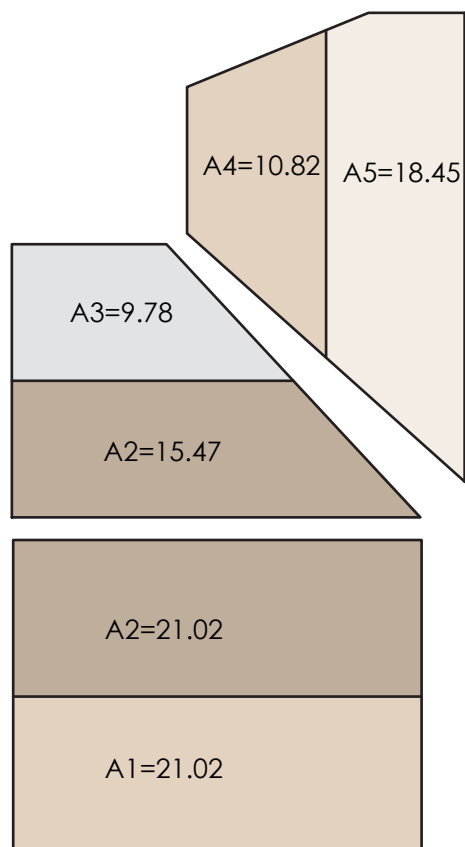


Figura 260. Esquema de áreas de cubierta de VAP.

CUBIERTA	
CARGAS MUERTAS	
Material	kgf/m2
Cielo raso con mortero	56,08
Cubierta	150,00
Instalaciones	10,00
TOTAL	216,08
CARGA ULTIMA	307,30

DATOS GENERALES				
ID	ÁREA (m²)	LG (m)	CARGA (kgf/m²)	RHO (kg/m3)
A1	21,02	7,20	897,13	32304,45
A2	36,49	7,20	1557,39	54313,11
A3	9,78	3,60	834,82	30227,36
A4	10,82	4,20	791,65	28788,43
A5	18,45	8,40	674,95	24898,46

Densidad final (kg/m3)	
Rho 1	32304,45
Rho 2	54313,11
Rho 3	30227,36
Rho 4	28788,43
Rho 5	24898,46

Tabla 49. Datos generales de cubierta de VAP.

Sistema de paredes

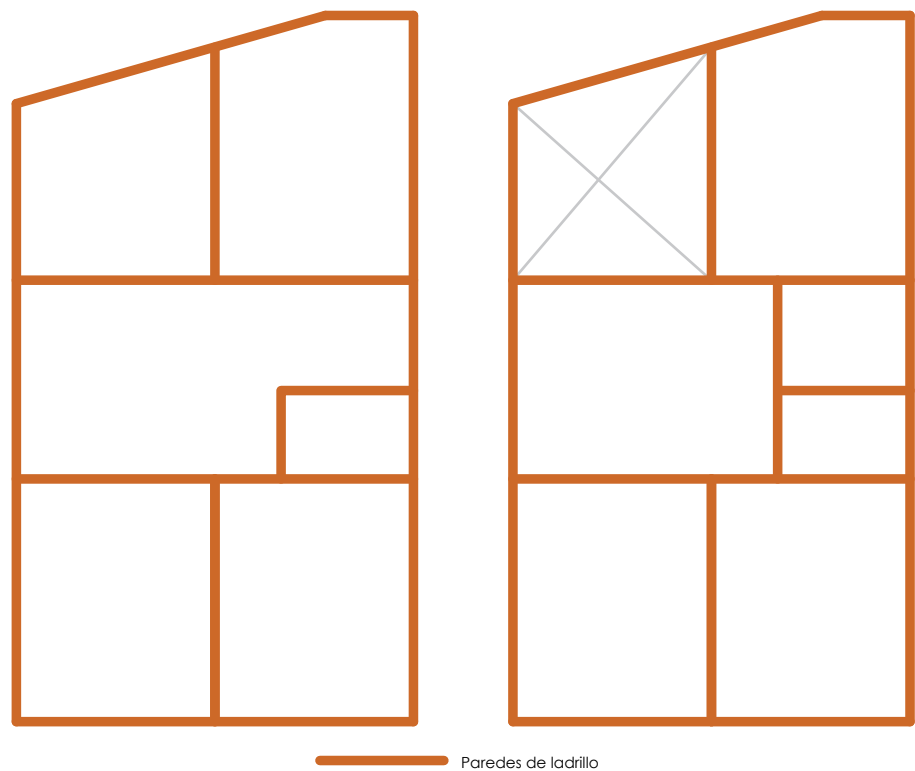


Figura 261. Esquema de sistema de paredes de VAP.

PARED DE LADRILLO	
DATOS	
Descripción	Medida
Peso del ladrillo (kgf/m2)	1700,00
Espesor (m)	0,20
Densidad Cemento, cal y arena (kgf/m3)	1800,00
Densidad del Empaste (kgf/m3)	1500,00
Espesor de enlucido (m)	0,04
Espesor de empaste (m)	0,01
CARGAS MUERTAS	
Material	kgf/m2
Ladrillo	340,00
Enlucido	72,00
Empaste	15,00
Total	427,00
DENSIDAD DE PARED (kgf/m3)	
Peso de pared de ladrillo (kgf/m2)	427,00
Espesor total de pared (m)	0,25
TOTAL	1708,00

Tabla 50. Datos generales de paredes de VAP.



4.3.4 Características mecánicas de los materiales

Las propiedades mecánicas utilizadas dentro del modelo son: módulo de elasticidad (E), coeficiente de poisson (μ), densidad del material (ρ), medidas y espesores de cada elemento y su materialidad. También es necesario el dato de la inercia generado en el plano "x", "y" y "z", respectivamente, de las secciones de vigas y columnas.

Los valores de E , μ y ρ se obtuvieron de investigaciones, normativas, tesis, entre otros (Tabla 53).

Módulo de elasticidad (E).

También conocido como módulo de Young, "es la razón del esfuerzo de tensión o comprensión a la correspondiente deformación dentro del límite de proporcionalidad lineal del material" (Espinoza, 2000).

Coeficiente de poisson (μ)

Se define al coeficiente de poisson como la relación que existe entre las deformaciones longitudinales en sentido perpendicular a la fuerza que se aplica y en dirección de la fuerza, este coeficiente representa un parámetro característico de cada material, cuyos valores vienen dados entre 0 y 0.5 (Pérez, 2018).

Densidad del material (ρ)

Conocido como el peso cuya unidad generalmente es g/m^3 o kg/m^3 , la densidad del material es la relación que se da entre la masa y el volu-

men de cada material (Nec, estructuras de madera, 2014).

Si bien ya se determinó la densidad de cubierta, entepiso y paredes, existe el material de madera, hormigón, ladrillo y bahareque, el cual conforma elementos como vigas de entepiso, de cubierta y paredes. Su respectivo dato se toma de normas e investigaciones.

Medidas de secciones.

Las medidas necesarias para el cálculo se dan del ancho y peralte tanto de columnas vigas y espesores de paredes, esta información se ha obtenido de los planos correspondientes así como de sus detalles constructivos.

Secciones: Inercia (I_{xx} , I_{yy} , I_{zz})

La inercia es la incapacidad de los cuerpos para salir del estado de reposo, para cambiar las condiciones de su movimiento o para acabar en él, sin la intervención de alguna fuerza (Vásquez, 2007). Esta se determina en los planos "x", "y" y "z", mediante la aplicación correspondiente de fórmulas en la que están presentes las medidas de las secciones de vigas y columnas:

$$I_{xx} = I_{yy} + I_{zz}$$

$$I_{yy} = \frac{h \cdot b^3}{12}$$

$$I_{zz} = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

Debido a este análisis fue posible la determinación de características mecánicas tanto para MNR como VAP (Tabla 51 y 52).

Datos generales de MNR			
	Módulo de elasticidad (kg/m ²)	Coeficiente de poisson	Densidad del material (kg/m ³)
Ladrillo	2,4e8	0,22	1710
Adobe	2,04e7	0,2	1610
Bahareque	2,04e7	0,325	1400
Madera	1,3e9	0,325	800
Hormigón	2,174e9	0,25	2400
Medidas generales			
Espesor de Paredes de adobe (m)		0,8	
Espesor de Paredes de bahareque (m)		0,2	
Espesor de Paredes de ladrillo (m)		0,2	
Vigas de madera (Base / Altura) (m)		0,14	0,16
Vigas de madera (Base / Altura) (m)		0,28	0,16
Columnas de madera (Base / Altura) (m)		0,15	0,15
Columnas de Hormigón (Base / Altura) (m)		0,2	0,2

Tabla 51. Datos generales de características mecánicas de la edificación de MNR.

Datos mecánicos de VAP			
	Módulo de elasticidad (kg/m ²)	Coeficiente de poisson	Densidad del material (kg/m ³)
Ladrillo	2,4e8	0,22	1710
Madera	1,3e9	0,325	800
Hormigón	2,174e9	0,25	2400
Medidas generales			
Espesor de Paredes (m)		0,2	
Vigas de madera (Base / Altura) (m)		0,14	0,16
Vigas de Hormigón (Base / Altura) (m)		0,15	0,20

Tabla 52. Datos generales de características mecánicas de la edificación de VAP.



4.4 Condiciones de borde

Los grados de libertad de un nodo son las variables que determinan el estado del nodo (Otero, 2006), lo que nos permite posteriormente conocer los resultados de fuerzas, tensiones, deformaciones etc.

Los grados de libertad se encuentran dentro de tres planos (x, y, z) los mismos que conforman las coordenadas y permiten definir cada elemento. Dependiendo del tipo de elemento o estructura que conforman dicha edificación existirán tantos grados de libertad dependiendo de los desplazamientos conjuntamente con sus nodos en cada una de las direcciones. Teniendo así que para los elementos tipo shell existen 24 grados de libertad distribuidos 6 en cada nodo que lo conforma (3 de rotación y 3 de traslación); mientras que para los elementos tipo frame existen 12 grados de libertad distribuidos 6 en cada nodo (3 de rotación y 3 de traslación) (Fig. 262).

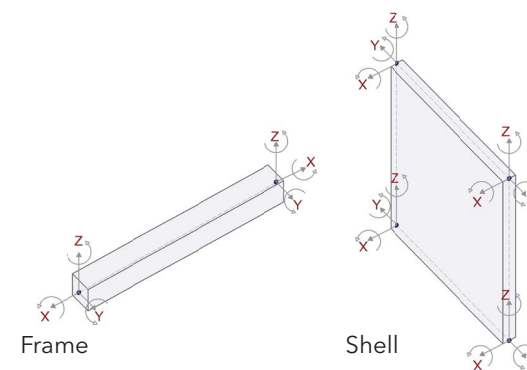


Figura 262. Esquema de condiciones de borde en elementos tipo shell y tipo frame.

PROPIEDADES MECÁNICAS PARA LAS EDIFICACIONES DE MNR Y VAP			
Material	Parámetro	Fuente	Significado / Referencia bibliográfica
Adobe	Módulo de Elasticidad	NP	NP= Norma Peruana Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). Norma E.0.80. Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. VIVIENDA. Perú
	Coeficiente de poisson	IA	IA= Investigación Adobe Blondet, J. Tarque, S. Velásquez, J. (2006). Análisis sísmico de módulos de adobe reforzado con malla de polímero. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
	Densidad del material	CNS	CNS= Cargas no sísmicas Norma Ecuatoriana de la Construcción. Cargas (No sísmicas). Instituto ecuatoriano de normalización, Quito, Ecuador, 2014. Recuperado el 25 de julio del 2019 de https://online.portoviejo.gob.ec/docs/nec5.pdf
Ladrillo	Módulo de Elasticidad	ACI	ACI= American Concrete Institute ACI-530. (2002). Building Code Requirements for Masonry Structures (ACI530-02/ASCE5-02/TMS402-02). Masonry Standards Joint Committee (MSJC), 58.
	Coeficiente de poisson	CCM	CCM= Cálculo del Comportamiento de Mampostería López, J. Oller, S. Oñate, E. (1998). Cálculo del comportamiento de la mampostería mediante elementos finitos. Centro internacional de métodos numéricos en ingeniería. Barcelona, España.
	Densidad del material	CNS	CNS= Cargas no sísmicas Norma Ecuatoriana de la Construcción. Cargas (No sísmicas). Instituto ecuatoriano de normalización, Quito, Ecuador, 2014. Recuperado el 25 de julio del 2019 de https://online.portoviejo.gob.ec/docs/nec5.pdf
Bahareque	Módulo de Elasticidad	NP	NP= Norma Peruana Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). Norma E.0.80. Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. VIVIENDA. Perú
	Coeficiente de poisson	TM	TM= Tesis Madera Siza, J. Martínez, J. (2009). Propiedades físico-mecánicas del eucalipto y aplicación al diseño estructural de una vivienda.(Tesis de pregrado). Escuela politécnica del ejército. Sangolquí, Ecuador.
	Densidad del material	TB	TB= Tesis Bahareque Baculima, M. Marín, L.(2018). Estudio de variables geométricas y disposición de elementos estructurales en muros de bahareque. (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.
Hormigón	Módulo de Elasticidad	NEH	NEA= Norma de estructuras de hormigón NEC-SE-HM (2015). NEC ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. Estructuras de hormigón armado.
	Coeficiente de poisson	TH	TH= Tesis Hormigón Arequipa, E. Caba, W. Garzón, D. Vargas, L. (2012). Módulo estático de elasticidad del Hormigón en base a su resistencia a la compresión simple.(Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador
	Densidad del material	NEH	NEA= Norma de estructuras de hormigón NEC-SE-HM (2015). NEC ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. Estructuras de hormigón armado.
Madera	Módulo de Elasticidad	EM	EM= Estructuras de madera Norma Ecuatoriana de la Construcción. Estructuras de Madera. Instituto ecuatoriano de normalización, Quito, Ecuador, 2014. Recuperado el 24 de julio del 2019 de https://online.portoviejo.gob.ec/docs/nec8.pdf
	Coeficiente de poisson	TM	TM= Tesis Madera Siza, J. Martínez, J. (2009). Propiedades físico-mecánicas del eucalipto y aplicación al diseño estructural de una vivienda. Escuela politécnica del ejército. (Tesis de pregrado). Sangolquí, Ecuador.
	Densidad del material	TM2	TM2= Tesis Madera 2 Enríquez, D. (2014). Reforzamiento Estructural para forjados de madera en edificaciones patrimoniales y contemporáneas. (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.

Tabla 53. Fuente de datos de módulo de elasticidad, coeficiente de poisson y densidad de diferentes materiales aplicados a las edificaciones de MNR y VAP.

4.5 Aplicación del método de elementos finitos.

Para conocer la naturaleza mecánica de las edificaciones es necesario realizar el modelo con propiedades que nos permitan predecir su comportamiento ante esfuerzos. Existen varios métodos que permiten determinar dichos comportamientos sin embargo, se ha optado por utilizar un método que parte de un modelo complejo y permite un análisis más simple, en donde el modelo puede ser usado para posteriores investigaciones.

Uno de los primeros pasos para el análisis fue el modelado en el software SAP2000 descrito anteriormente, la cual al realizar el modelado nos permite exportar los datos de nodos y elementos necesarios para el traspaso del modelo a la herramienta de aprendizaje estructural Stabilar aplicado en el software de Matlab. Para ello es necesario aplicar una serie de comandos que nos ayude a generar lo antes mencionado, utilizando el método de elementos finitos. El proceso de modelado y determinación de resultados nos ayudan a evaluar los daños en la estructura y determinar los comportamientos sísmicos.

Definición del método de elementos finitos

El método consta de un número finito de partes (elementos) asociados a nodos que son los puntos de unión de los elementos (conocido también como método de desplazamiento), en donde las incógnitas fundamentales son los desplazamientos nodales (DOF) de la estructura y cuyo comportamiento se da mediante la aplicación de

funciones de interpolación (funciones de forma) (Structural Mechanics Section Department of Civil Engineering KU Leuven, s.f.).

El método tiene por objetivo la determinación de las fuerzas de sección, el desplazamiento de la estructura, también nos permite generar las matrices que contienen la rigidez, las fuerzas y los desplazamientos nodales (grados de libertad) para la edificación, finalmente permite la evaluación crítica de los resultados obtenidos. Esto resumido en la ecuación:

$$U = \text{inv}(K)(F)$$

Donde:

U= desplazamiento.

inv= inversa.

K= matriz de rigidez.

F= matriz de fuerza.

Se realiza a través del cálculo matricial de estructuras, en el que el elemento finito está definido por sus nodos y las líneas que lo unen, realizando una simplificación del modelo gracias a la interpolación de los nodos (Frías, 2004). La interpolación de los elementos se refiere a las funciones necesarias para generar valores aproximados de los elementos en función de los nodos (Valero, 2004). Esta función está determinado por el número de puntos que son los desplazamientos nodales. Para determinar la matriz K es necesario los desplazamientos nodales, relacionados con la deformación axial y la fuerza.

Procedimiento de calculo utilizado dentro de los elementos finitos

1. Montaje de la matriz global de rigidez K y determinación de la masa actuante.
2. Determinación de los periodos (T).
3. Determinación de los modos de vibrar.
4. Determinación: fuerzas y desplazamientos.
5. Cálculo del espectro de diseño
6. Cálculo cortantes.
7. Análisis de gráficos .
8. Cálculo de la deriva.

1. Montaje de la matriz global de rigidez (K) y determinación de la masa.

La matriz K es necesariamente simétrica y el tamaño de su matriz de rigidez corresponde al número de formas de excitar a la estructura. Esta permite calcular los desplazamientos nodales desde las cargas externas, en donde existe un equilibrio entre fuerzas externas e internas en los nodos de la estructura. Está conformada por los nodos, elementos, tipo, sección, material y grados de libertad. Esta matriz se adjunta a la relación de fuerza vs desplazamiento, posee coeficientes para cada elemento en donde se asocian las fuerzas con el desplazamiento que se da en cada nodo (Otero, 2006).

En cuanto a la masa de la estructura se considera una propiedad dinámica dentro del análisis modal ya que depende de los modos de vibración.



Cada uno de estos modos está ligado al periodo relacionado a su vez con la aceleración (Espectro de diseño), de manera que las aceleraciones afectarán a cada masa de la estructura lo cual define las fuerzas sísmicas, teniendo finalmente el cortante que actúa en la estructura (Castro, 2018).

2. Determinación del periodo (T).

El cálculo del periodo de vibración de la estructura de una edificación radica en la importancia del diseño sísmico de las estructuras ya que este debe estar dentro del rango aprobado para que no se de el fenómeno de resonancia ya que si no lo está, puede generar efectos destructivos de la estructura (Gómez, 2002).

Para el caso de edificaciones del CHC el periodo debe estar dentro del rango 0.1-1s. Este dato ha sido considerado de acuerdo a la investigación Architectural Institute of Japan, 1993 (Díaz et al., 2012).

3. Modos de vibrar.

Dentro del análisis modal los modos o formas de vibrar de una estructura nos ayuda a determinar de que manera la estructura es más fácil excitada frente a eventos sísmicos (Díaz et al., 2012). Cada modo de vibrar es diferente y depende del periodo ya que este influye sobre su resultado de excitación. Generalmente el primer modo de vibrar pertenece a la frecuencia propia del edificio

siendo esta prioritaria, sin embargo dentro del análisis se determinó cuál era el modo de vibrar que predominaba en la estructura, para ello se analizaron 10 modos que presenta la edificación, también hay que tener en cuenta que el modo de vibrar corresponde al que presenta mayor masa, además se estudiarán estos modos tanto en la dirección "x" como en dirección "y", para determinar en que dirección y con qué masa actúa la vibración en las respectivas edificaciones.

4. Determinación de fuerza y desplazamientos.

La determinación de la fuerza que actúa sobre la estructura se da en los planos "x" y "y" ya que los modos verticales no son afectados por el sismo (plano z). Su determinación es necesaria para conocer el desplazamiento que se da en el periodo lineal. Las fuerzas modales s_j dependen del factor de distribución: Γ y se obtiene del vector de fuerza en función del modo de vibrar que predomina en la estructura de cada edificación.

La evaluación del desplazamiento máximo que actúa sobre la edificación, permite estimar el grado de daño que se produce en la misma (Jiménez y Cabrera, 2018). Por lo cual, se calcula el desplazamiento causado por el sismo (S_a , T), y la influencia del sismo sobre la estructura, en el plano "x" y "y" dependiendo del modo de vibrar.

5. Espectro de diseño.

Para analizar los desplazamientos que los sismos generan sobre la estructura es necesario conocer el espectro de aceleración ya que este se basa en comparar la capacidad de desplazamiento del sistema y el lugar en donde se determine exista el terremoto (Barrera y Peñaloza, 2018), el cual determina las condiciones geológicas, técnicas, sismológicas y tipo de suelo asociadas con el emplazamiento de cada edificación. Ya que estas edificaciones analizadas están dentro del CHC se determina el espectro para el tipo de suelo C.

Datos para el espectro de aceleración en Cuenca y tipo de suelo C, tomados de la norma NEC.

$f_a=1.30$;
 $f_s=1.10$;
 $f_d=1.50$;
 $r=1$;
 $\eta=2.48$;
 $S_a=0.25$;

En donde S_a es el espectro de respuesta elástico de aceleraciones, que depende del modo de vibración de la estructura.

6. Cálculo de cortantes.

El cálculo de fuerzas sísmicas que se producen en los diferentes ejes, siguen el modo fundamental de vibración usadas respecto a las cargas en el análisis pushover (Quinde y Rea, 2018). Por lo cual su cálculo es necesario para determinar como se influenciará en la estructura.

7. Análisis de los gráficos resultantes.

El software utilizado ha permitido obtener resultados gráficos, los cuales nos ayudaron a determinar el comportamiento de la estructura ante eventos sísmicos bajo las condiciones asignadas. Es así que los primeros gráficos resultantes muestran los modos de vibrar de la estructura, para después determinar en que parte y dirección existe mayor daño.

8. Cálculo de la deriva.

Existen varias maneras de determinar el daño sísmico que se da en una estructura, para este caso se ha considerado únicamente el daño elástico, ya que el método que incluye el daño inelástico, debido a su complejidad, no forma parte de este estudio.

El método a utilizarse es el cálculo de desplazamiento de la zona mas vulnerable de la edificación mediante la deriva. La deriva significa la desviación que se da en su parte lateral ya sea del entrepiso o del techo, en relación con el primer piso (contrapiso). Su cálculo se da mediante la relación de la deriva en cada punto, dividida por la altura del piso (Fig. 263) (Anderson, 2009).

El cálculo se analiza en el sentido que posee mayor vulnerabilidad, ya que gracias al análisis modal se pudo conocer el sentido más propenso a sufrir daños ante eventos sísmicos; por lo cual se

analiza en aquellas paredes que como se muestra en los modos de vibrar poseen mayor cantidad de masa ya sea en el sentido "x" o "y".

Dependiendo del tipo de edificación, existen normas e investigaciones obtenidas de la experimentación las cuales nos indican cuales son los valores de deriva al cual deben pertenecer para determinar su comportamientos sísmico, es decir si corresponde al valor respectivo se puede determinar si la edificación no llega al colapso.

Para el caso de MNR el valor límite de deriva correspondiente se ha tomado del artículo 15° de la norma E.30 (RNE Perú, 2014) (Tabla 54) en el que hace referencia al valor límite para la distorsión del entrepiso para albañilería ya que no existen parámetros establecidos para edificaciones de adobe; además que este valor es usado en la investigación de análisis estructural de dos muros de adobe (SIACOT, 2015).

Y en el caso de VAP el valor de deriva límite al cual debe pertenecer la edificación para determinar su comportamiento, se ha tomado de la norma NEC Peligro sísmico diseño sismo resistente, 2014 (Tabla 55).

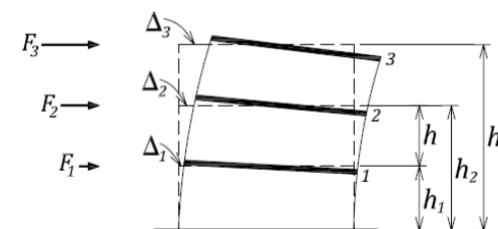


Figura 263. Esquema de límites de deriva para edificaciones. Anderson, D., Brzev, S. (2009). Seismic design guide for masonry building. Canadian Concrete Masonry Producers Association, Canadá. [Grafico] Adaptado de http://ccmpa.ca/wp-content/uploads/2012/02/SeismicDesignGuideMasonryBuildingsApril2009_Full.pdf

Material Predominante	(Δ_i / h_{ui})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Tabla 54. Datos de distorsión de entrepiso (deriva). Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). Norma E.0.30. Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. VIVIENDA. Perú. [Tabla].

Estructuras de:	Δ_M máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Tabla 55. Datos de deriva máximos, expresados como fracción de la altura de piso. NEC. (2015). Guía práctica para la evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras. [Tabla] Adaptado de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/GUIA-5-EVALUACION-Y-REHABILITACION1.pdf>.

4.6 Resultados

4.6.1. Caso de estudio 1. MNR

1. Características

Previamente para el estudio de caso 1 se han asignado las propiedades del material (densidad, modulo de elasticidad, coeficiente de poisson y espesores respectivos), como se indica en el apartado 4.3.4 *Características mecánicas de los materiales*; en donde estos se han determinado para los materiales que conforman la edificación: adobe, bahareque, ladrillo y madera.

2. Modelo

Para el modelo se han dibujado los nodos y los elementos de MNR (Fig. 264), resultando un total de 7934 nodos y 8307 elementos que conforman las paredes, vigas y columnas; esto ha resultado de la división en una malla de 40x40 cm, como se ha indicado en el apartado 4.1.1 *Idealización de la edificación de MNR*.

3. Condiciones de borde

Los elementos que conforman la edificación poseen tantos grados de libertad dependiendo del desplazamiento de sus nodos. Sin embargo, los nodos que se encuentran en el suelo de la edificación poseen un apoyo tipo empotramiento en donde estos se restringen de cualquier desplazamiento y giro. Es así que se ha seleccionado los nodos del $N=+0.00m$ en la parte frontal y los del $N=+0.80m$ en la parte posterior (Fig. 265), y se les ha dado las respectivas condiciones que restringen su movimiento en el plano (Tabla 56).

4. Análisis Modal

Dentro del análisis modal se ha determinado los **modos de vibrar**, para lo cual se han analizado 10 modos en los ejes "x" y "y", en donde el modo que predomina se relaciona con la influencia de la masa sobre la estructura; resultando que con el 29.45% predomina en dirección "x" en el modo 2 (Tabla 57) y con el 17.70% en el eje "y" en el modo 1 (Tabla 58).

Sin embargo no se debe descartar los 8 modos restantes que indican en que sentido y de que manera se está moviendo la edificación de MNR (véase gráficos 269 al 276), lo que indican que si bien no influyen con el mayor porcentaje de masa si mueve al menos un elemento dentro de la edificación.

Posteriormente, se realizó el **análisis espectral** mediante los datos tomados de la norma NEC, para el espectro de Cuenca, en donde nos permitió determinar los diferentes periodos; mostrando que la aceleración mas alta que se logra ver es de 0.74g en 0.76s; sin embargo no es el periodo en donde existe mayor vibración por lo que el correspondiente al periodo de 1.18s posee una aceleración de 0.48g (Fig. 268); indicando que esta edificación se demora mayor tiempo en regresar a su estado normal ya que no se encuentra dentro de los tiempos que más influyen a la estructura causando mayor daño (0.1-1s).

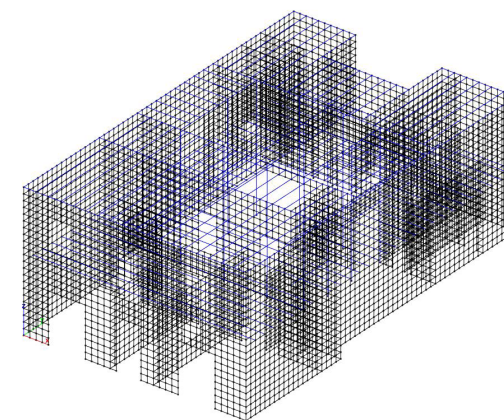


Figura 264. Nodos y elementos de la tipología de MNR.

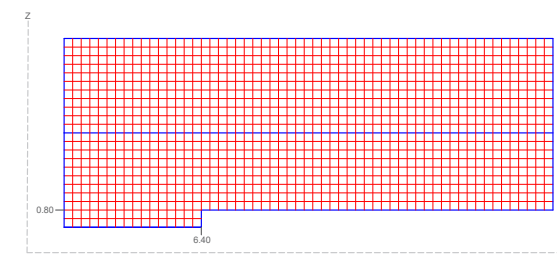


Figura 265. Esquema de elevación lateral de MNR.

	Condiciones de Borde					
	Inicio			Fin		
Condicion	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2
1	0	0	0	100	100	0
2	0	6.4	0.8	100	100	0

Tabla 56. Condiciones de borde para MNR.

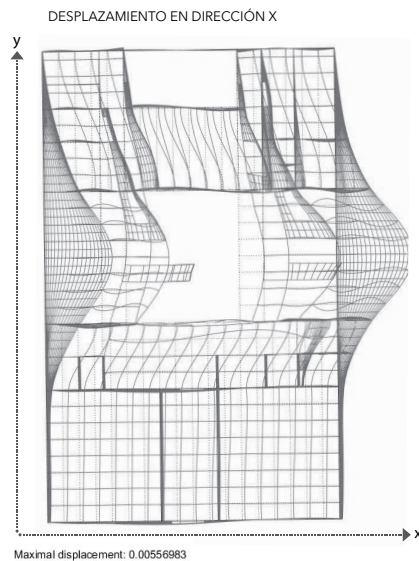


Fig 266. Modo de vibrar 2 predominante en dirección X.

Direccion en X			
Modo	Periodo (s)	Masa (kg)	% de Masa
1	1,39	878,64	0,09%
2	1,18	272530,29	29,45%
3	1,10	218088,10	23,57%
4	0,90	140,98	0,02%
5	0,87	20,30	0,00%
6	0,85	2649,26	0,29%
7	0,83	363,36	0,04%
8	0,81	1496,41	0,16%
9	0,79	67794,73	7,33%
10	0,76	42268,87	4,57%

Tabla 57. Datos de periodo y masa en dirección x.

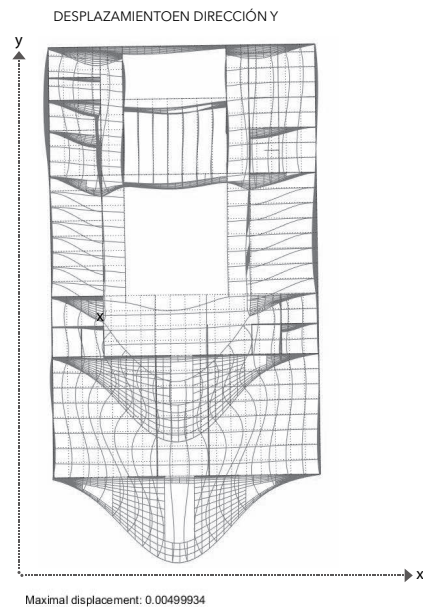


Fig 267. Modo de vibrar 1 predominante en dirección Y.

Direccion en Y			
Modo	Periodo (s)	Masa (kg)	% de Masa
1	1,39	163799,25	17,70%
2	1,18	73,01	0,01%
3	1,10	45,95	0,00%
4	0,90	50666,06	5,48%
5	0,87	86,53	0,01%
6	0,85	128,30	0,01%
7	0,83	1471,06	0,16%
8	0,81	265,50	0,03%
9	0,79	561,26	0,06%
10	0,76	77,39	0,01%

Tabla 58. Datos de periodo y masa en dirección y.

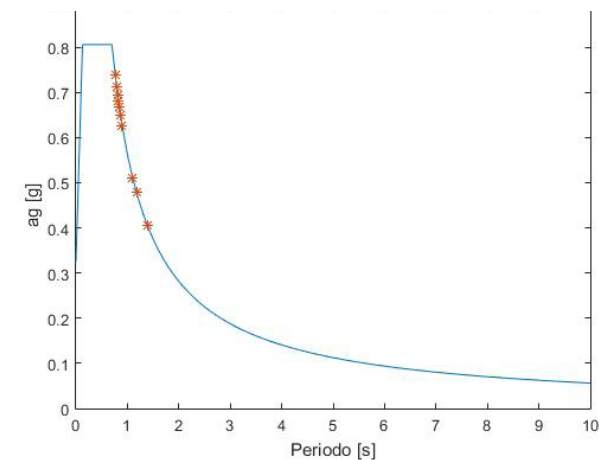


Figura 268. Espectro de aceleración de MNR.

Masa total (kg)	
Mtot	925350

Tabla 59. Masa total que actúa sobre la edificación de MNR.



Modo de vibrar 3

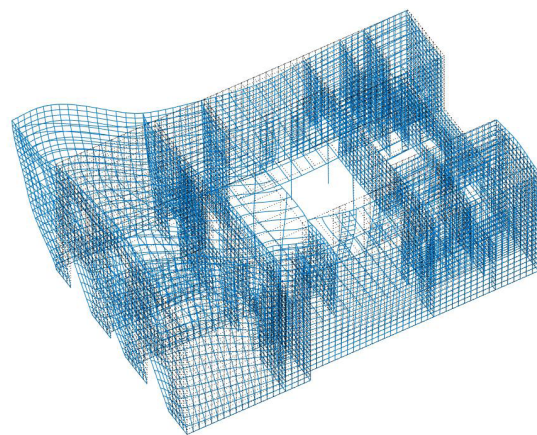
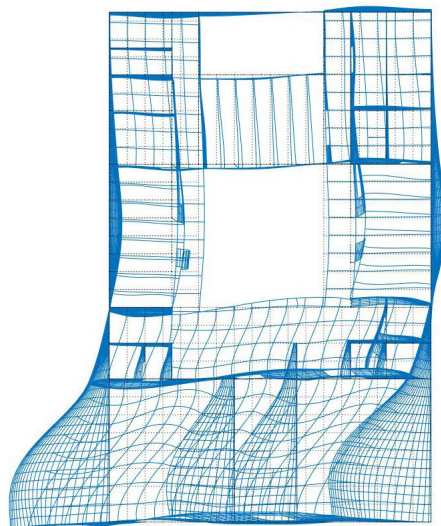


Figura 269. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 3, con predominancia en el eje X.

Modo de vibrar 4

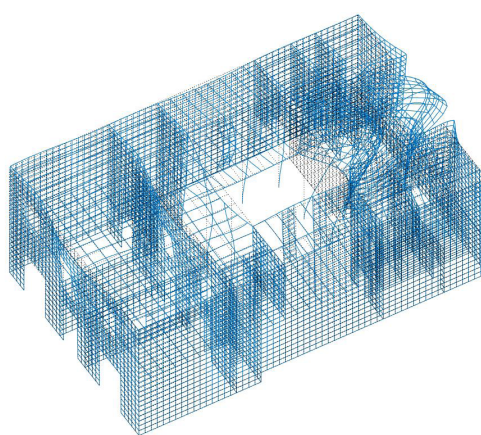
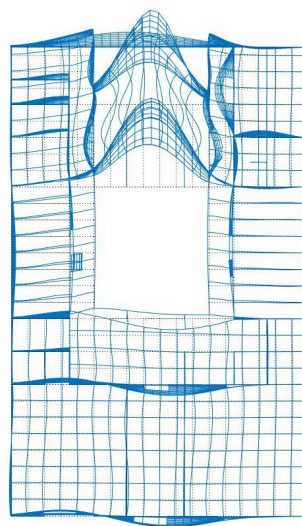


Figura 270. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 4, con predominancia en el eje Y.

Modo de vibrar 5

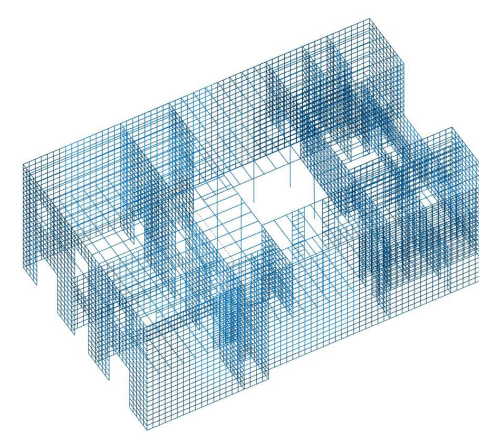
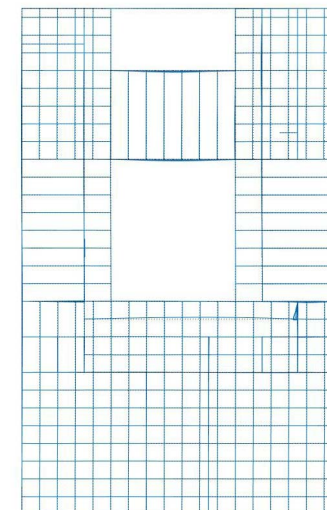
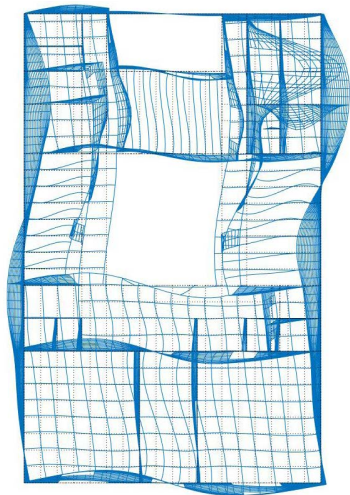
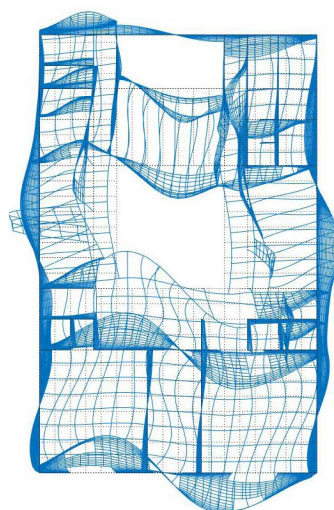


Figura 271. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 5, con predominancia en el eje Y.

Modo de vibrar 6



Modo de vibrar 7



Modo de vibrar 8

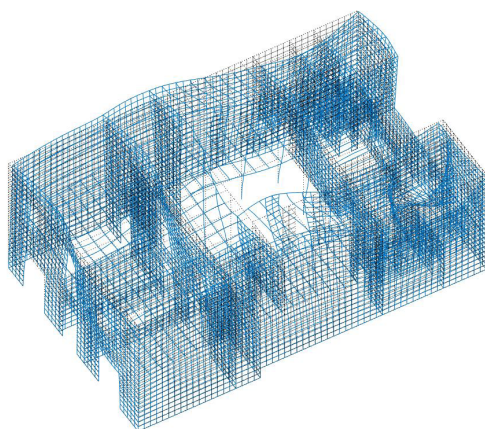
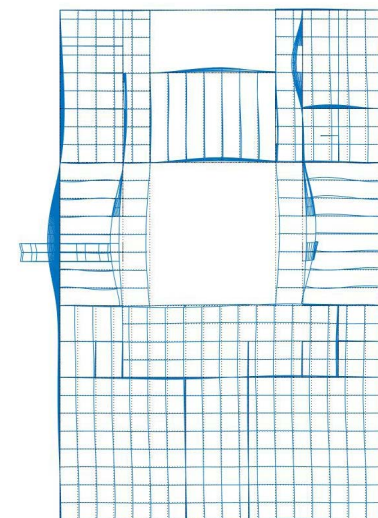


Figura 272. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 6, con predominancia en el eje X.

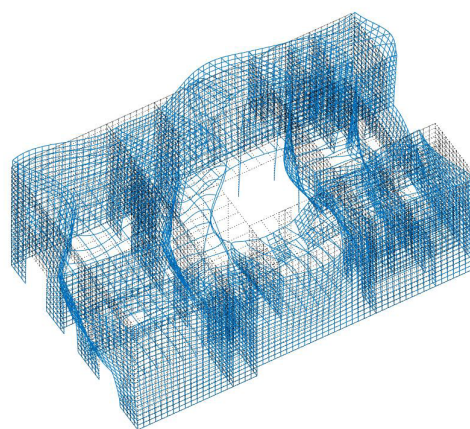


Figura 273. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 7, con predominancia en el eje Y.

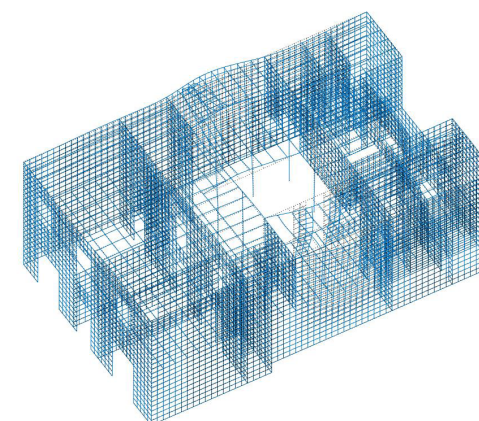


Figura 274. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 8, con predominancia en el eje X.

Modo de vibrar 9

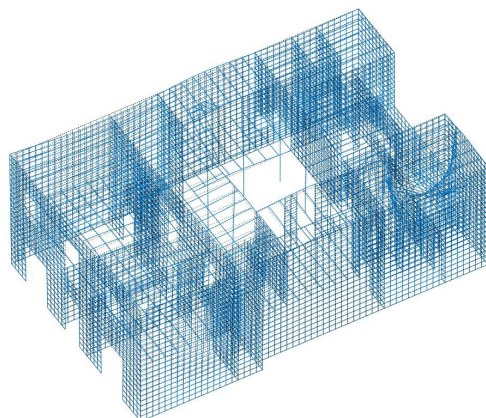
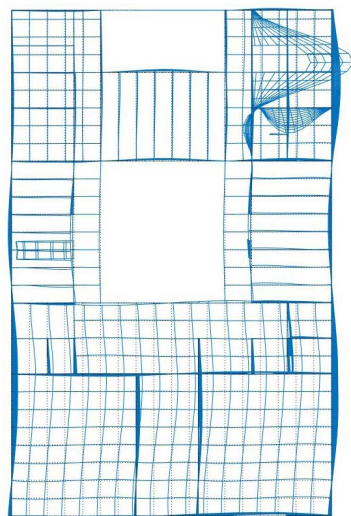


Figura 275. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 9, con predominancia en el eje X.

Modo de vibrar 10

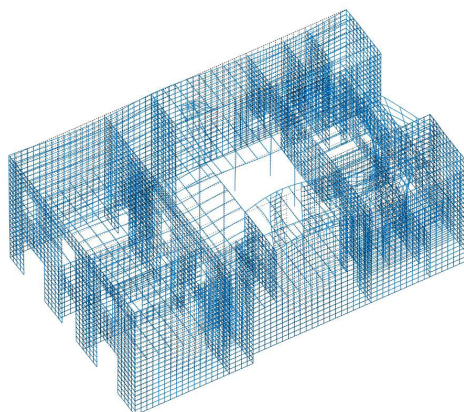
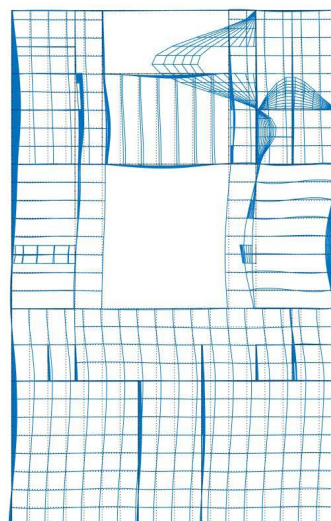


Figura 276. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 10, con predominancia en el eje X

5. Cálculo de fuerzas y deformaciones

El cálculo de fuerzas y deformaciones son provocados por la influencia de la masa y periodo. Estas características se calcularon para los principales modos de vibrar (2 para eje "x" y 1 para eje "y") ya que se recalca su predominio sobre el resto de modos de vibrar (Fig. 277 y 278) (véase codigos qr generados para los dos modos principales).

Resultando que sobre la estructura los desplazamientos máximos tanto para el eje "x" como para el eje "y" es de 0.04m, debido a las fuerzas que actúan siendo estas: en el eje x 265280.94kgf/m² y en el eje y 180365.41kgf/m². De esta manera se puede ver que en las paredes laterales (Fig. 279) de la estructura se da una mayor deformación por lo cual se procede al cálculo respectivo de derivas.

Desplazamientos en "x" y "y"

Modo de vibrar 2 predominante en dirección X

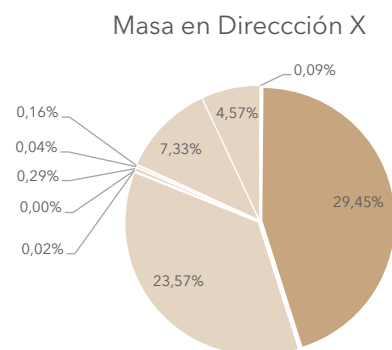


Figura 277. Porcentaje predominante de desplazamiento en dirección X.

Modo de vibrar 1 predominante en dirección Y.

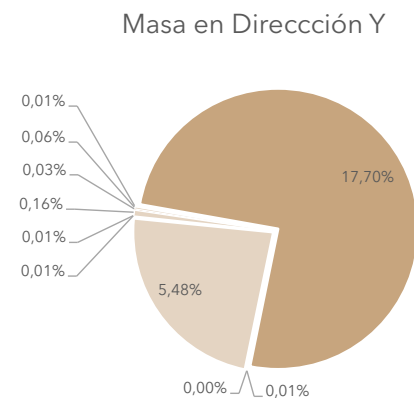


Figura 278. Porcentaje predominante de desplazamiento en dirección Y.

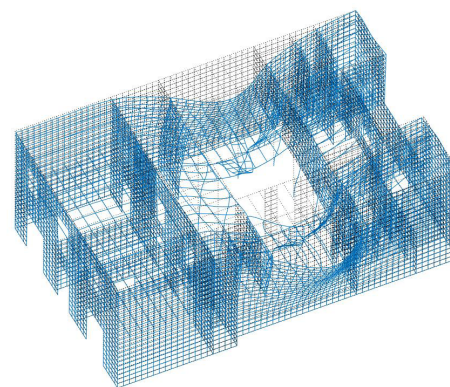


Figura 279. Vista 3d de desplazamiento en el eje X.

Código QR del modo de vibrar en el eje "x"

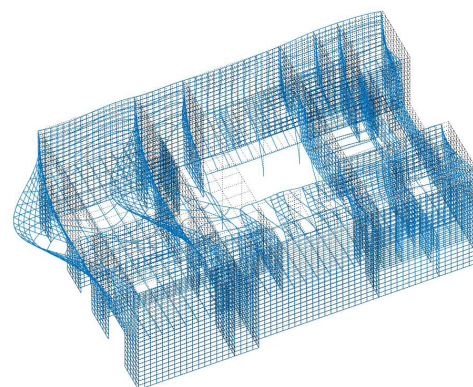


Figura 280. Vista 3d de desplazamiento en el eje Y.

Código QR del modo de vibrar en el eje "y"



6. Comprobación

Para la comprobación se realiza a través del cálculo de la **deriva** tomando en consideración lo indicado en el apartado 10. *Cálculo de la deriva*, pg 134. Para ello se analizaron las paredes laterales de la edificación tanto la pared completa P1 como la pared en donde se muestra mayor deformación P2 (Fig. 283), en donde al comparar con

PARED COMPLETA (P1)			
Deriva de entrepiso			
Descripción	Altura (m)	Valor normativa E-30	Valor calculado
Pared completa eje A-A	4,4	0,005	0,0046
Pared completa eje B-B	4,4	0,005	0,0042
Deriva de cubierta			
Descripción	Altura (m)	Valor normativa E-30	Valor calculado
Pared completa eje A-A	4,4	0,005	0,0073
Pared completa eje B-B	4,4	0,005	0,0080

Tabla 60. Datos de la deriva de la pared completa en MNR.

MITAD DE LA PARED (P2)			
Deriva de entrepiso			
Descripción	Altura (m)	Valor normativa E-30	Valor calculado
Pared completa eje A-A	4,4	0,005	0,0059
Pared completa eje B-B	4,4	0,005	0,0054
Deriva de cubierta			
Descripción	Altura (m)	Valor normativa E-30	Valor calculado
Pared completa eje A-A	4,4	0,005	0,0098
Pared completa eje B-B	4,4	0,005	0,0108

Tabla 61. Datos de la deriva de la mitad de la pared en MNR.

las respectivas normas nos podemos dar cuenta que no se encuentran dentro del rango establecido (Fig. 281 y 282), determinando de esta manera que en el caso de un evento de diseño la edificación correspondiente a MNR muestra gran probabilidad de falla.

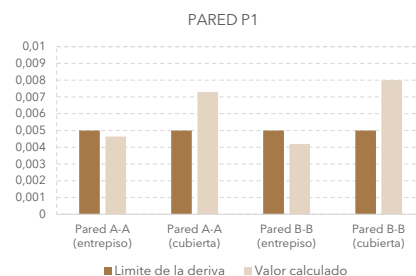


Figura 281. Comparación de limite y valor calculado de la deriva pared P1.

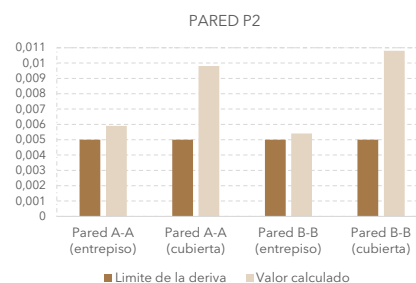


Figura 282. Comparación de limite y valor calculado de la deriva pared P2.

MOVIMIENTO PREDOMINANTE EN DIRECCIÓN X

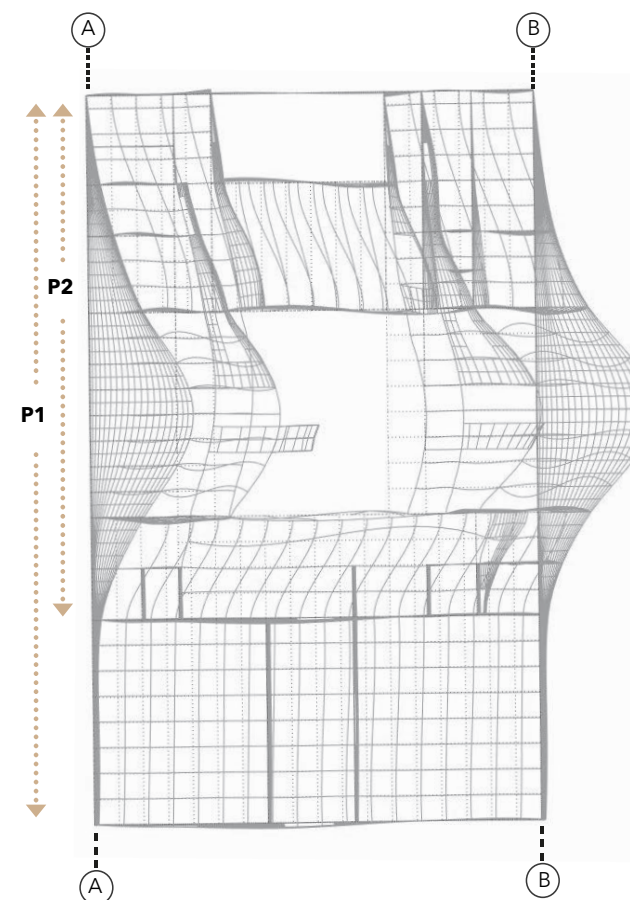


Figura 283. Esquema de movimiento en pared dirección X.

4.6 Resultados

4.6.2. Caso de estudio 2. VAP

1. Características

Para el estudio de caso 2, de igual manera que el caso 1 se asignó previamente las propiedades del material (véase el apartado 4.3.4 *Características mecánicas de los materiales*) que son: hormigón, ladrillo y madera que conforman la edificación de VAP.

2. Modelo

Para el modelado de la edificación, en primer lugar se dibujaron los nodos y los elementos (Fig. 284) resultando un total de 7765 nodos y 7996 elementos que conforman las paredes de mampostería de ladrillo, vigas de madera y de hormigón, resultando de la malla de 20x20 cm (véase el apartado 4.1.2 *Idealización de la edificación de VAP*).

3. Condiciones de borde

Al igual que en la edificación de MNR, se procede a seleccionar los nodos que se ubican en el suelo de la edificación, que en este caso corresponden solamente al $N=+0.00$ (Fig. 285), para restringir sus movimientos debido al empotramiento que estos presentan (Tabla 62).

El resto de elementos que conforman el modelo de la edificación (elementos tipo Shell y Frame),

poseen libertad en sus movimientos y permitirán determinar su desplazamiento para finalmente analizar su comportamiento sísmico.

4. Análisis Modal

Para la determinación de los **modos de vibrar** se han analizado 10 modos en los ejes "x" y "y", en donde se pudo apreciar la influencia de la masa total para cada uno de los modos teniendo que con el 31.61% predomina en dirección "x" en el modo 2 (Tabla 63) y con el 16.51% en el eje "y" en el modo 7 (Tabla 64).

Sin embargo, la edificación de VAP muestra también influencia en sus modos de vibrar restantes (ver gráficos 289 al 296), lo que indican que si bien no influyen con el mayor porcentaje de masa si mueve al menos un elemento dentro de la edificación sobretodo en el eje y.

Posteriormente, se realizó el **análisis espectral** con los mismos datos del espectro de Cuenca del anterior caso, en donde con los diferentes periodos; se mostró la poca variación de aceleración, teniendo que la aceleración mas alta para el periodo de mayor vibración (0.43s), alcanza la aceleración de 0.74g (Fig. 288).

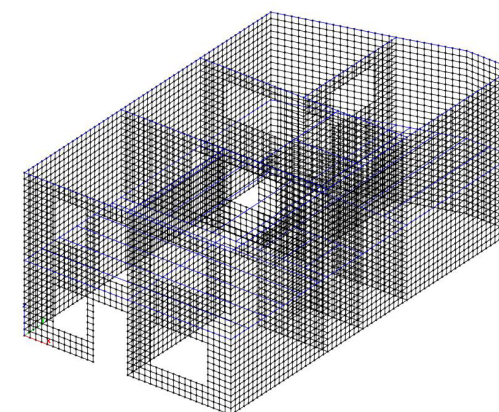


Figura 284. Nodos y elementos de la tipología de VAP.

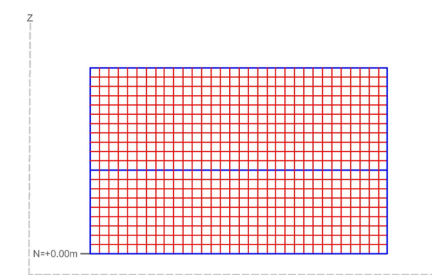


Figura 285. Esquema de elevación lateral de VAP.

Condicion	Condiciones de Borde					
	Inicio			Fin		
	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2
1	0	0	0	100	100	0

Tabla 62. Condiciones de borde para VAP.

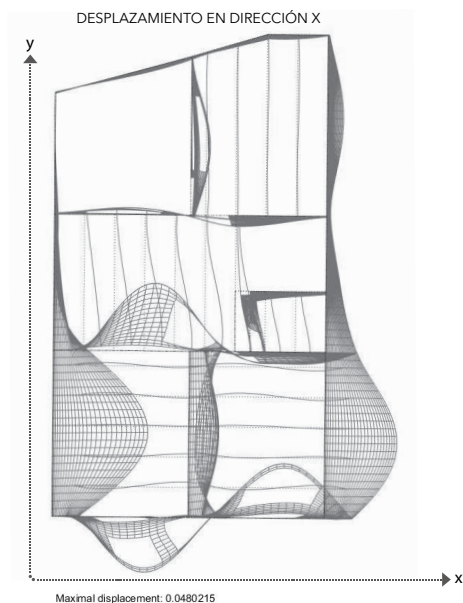


Fig. 286. Modo de vibrar 2 predominante en dirección X.

Direccion en X			
Modo	Periodo (s)	Masa (kg)	% de Masa
1	0,46	7253,20	4,84%
2	0,43	47410,48	31,61%
3	0,41	29409,77	19,61%
4	0,40	1938,10	1,29%
5	0,39	13,40	0,01%
6	0,35	43,89	0,03%
7	0,34	6,79	0,00%
8	0,32	650,92	0,43%
9	0,29	2016,56	1,34%
10	0,26	10666,56	7,11%

Tabla 63. Datos de periodo y masa en dirección x.

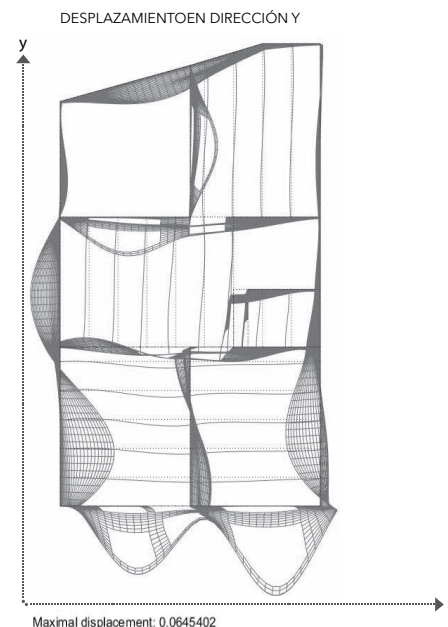


Fig. 287. Modo de vibrar 7 predominante en dirección Y.

Direccion en Y			
Modo	Periodo (s)	Masa (kg)	% de Masa
1	0,46	450,80	0,30%
2	0,43	568,24	0,38%
3	0,41	1965,11	1,31%
4	0,40	84,48	0,06%
5	0,39	9082,22	6,06%
6	0,35	7288,37	4,86%
7	0,34	24766,93	16,51%
8	0,32	10229,38	6,82%
9	0,29	11227,76	7,49%
10	0,26	26,77	0,02%

Tabla 64. Datos de periodo y masa en dirección y.

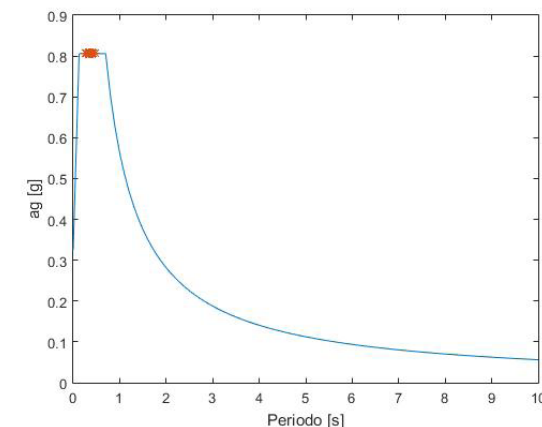
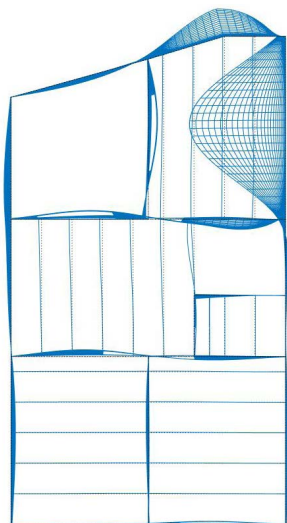


Figura 288. Espectro de aceleración de VAP.

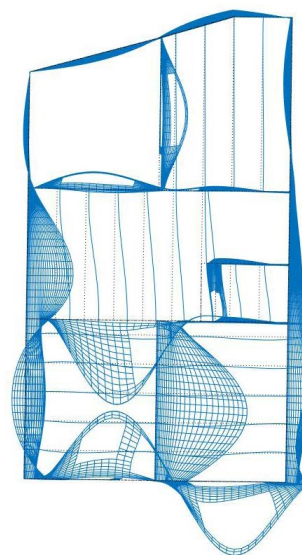
Masa total (kg)	
Mtot	149970

Tabla 65. Masa total que actúa sobre la edificación de VAP.

Modo de vibrar 1



Modo de vibrar 3



Modo de vibrar 4

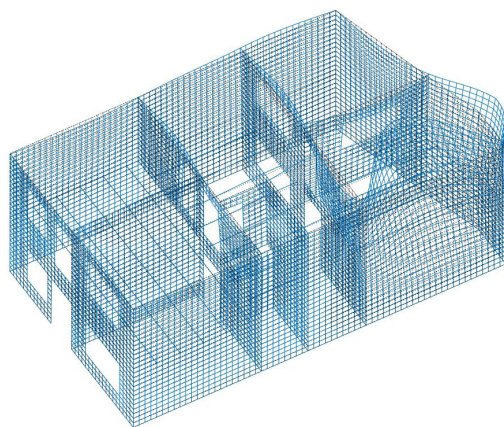
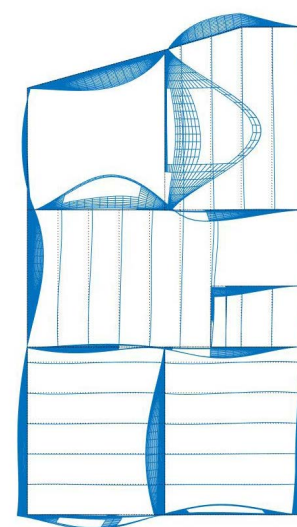


Figura 289. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 1, con predominancia en el eje X.

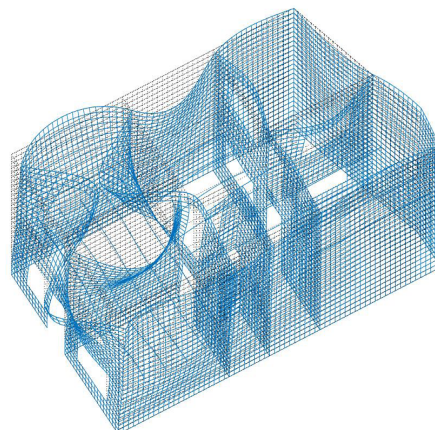


Figura 290. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 3, con predominancia en el eje X.

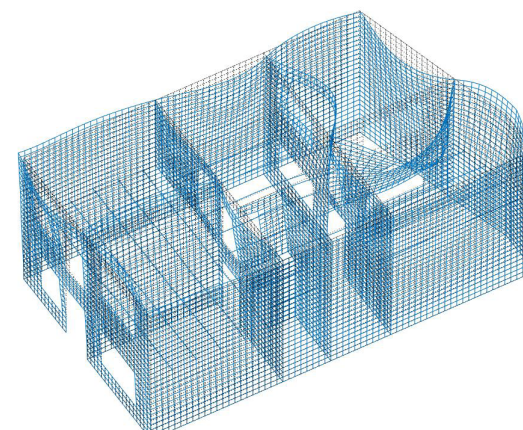


Figura 291. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 4, con predominancia en el eje X.

Modo de vibrar 5

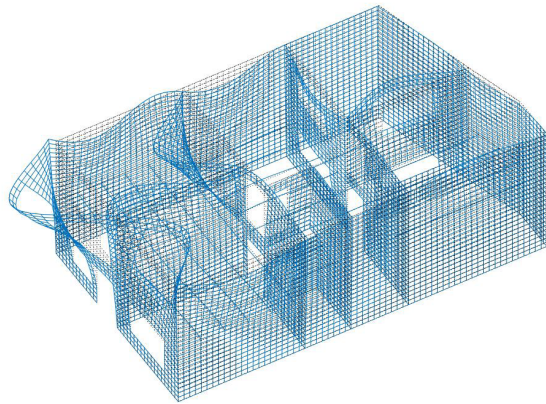
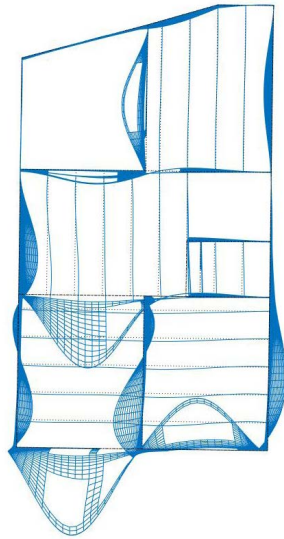


Figura 292. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 5, con predominancia en el eje Y.

Modo de vibrar 6

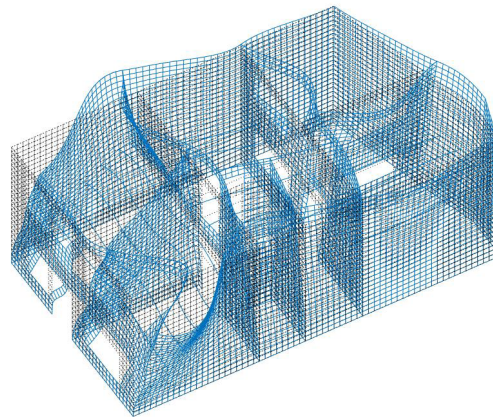
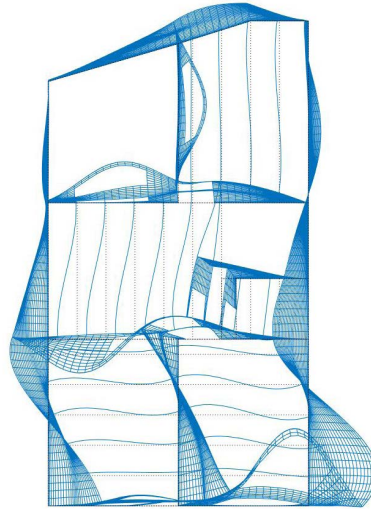


Figura 293. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 6, con predominancia en el eje Y.

Modo de vibrar 8

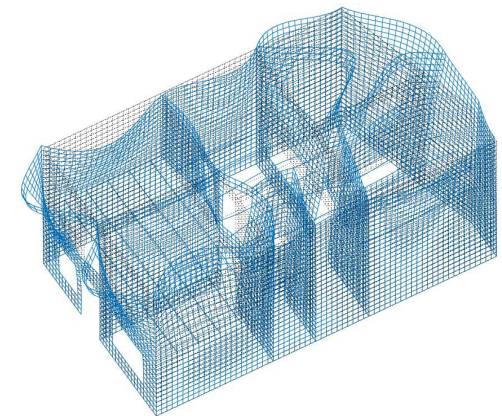
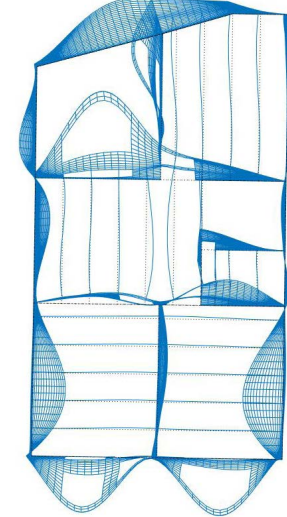
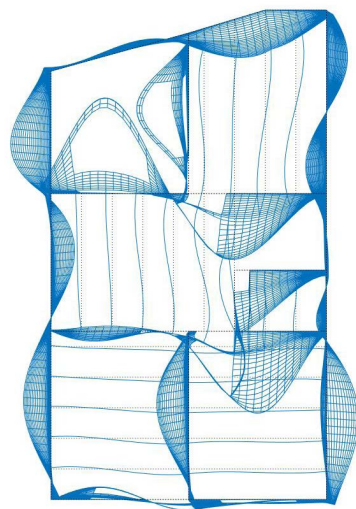


Figura 294. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 8, con predominancia en el eje Y.

Modo de vibrar 9



Modo de vibrar 10

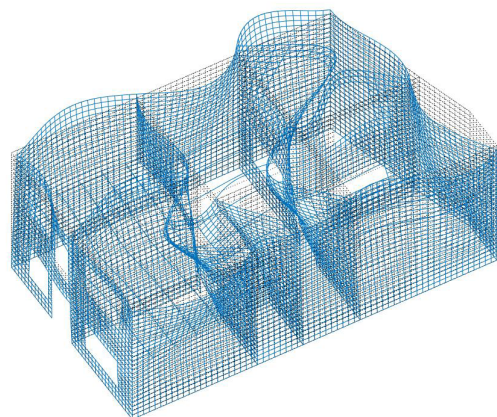
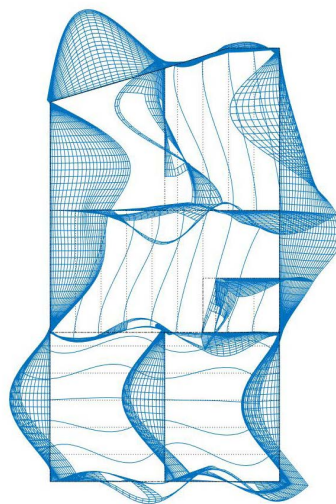


Figura 295. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 9, con predominancia en el eje Y.

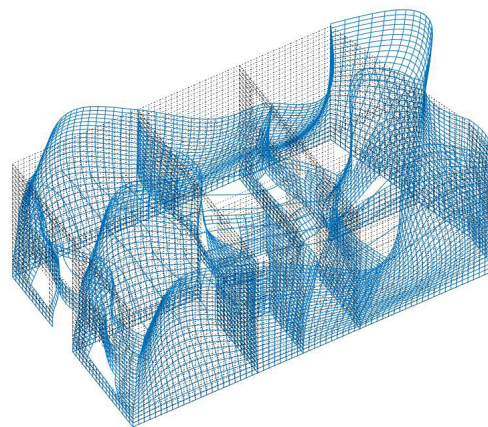


Figura 296. Vista en planta y en 3d del modo de vibrar 10, con predominancia en el eje X.

5. Cálculo de fuerzas y deformaciones

El cálculo de estas características se aplicó para los principales modos de vibrar (2 para eje "x" y 7 para eje "y") ya que se recalca su predominio sobre el resto de modos de vibrar (Fig. 297 y 298) (véase codigos qr generados para los dos modos principales).

Resultando que sobre la estructura los desplazamientos máximos tanto para el eje "x" como para es de 0.19m y para el eje "y" es de 0.12m, debido a las fuerzas que actúan siendo estas: en el eje x 1141799.97 kgf/m² y en el eje y 585093.80 kgf/m². De esta manera se puede ver que en las paredes laterales (Fig. 299) de la estructura se da una mayor deformación por lo cual se procede al cálculo respectivo de derivas.

Desplazamientos en x y y

Modo de vibrar 2 predominante en dirección X

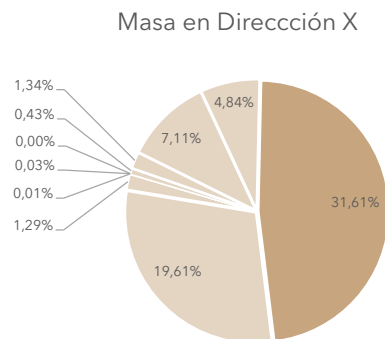


Figura 297. Porcentaje predominante de desplazamiento en dirección X.

Modo de vibrar 7 predominante en dirección Y.

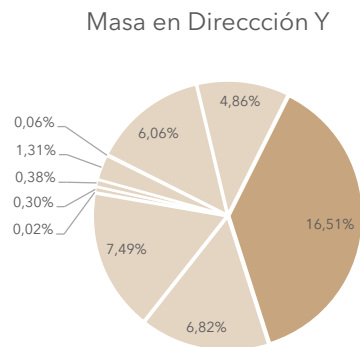


Figura 298. Porcentaje predominante de desplazamiento en dirección Y.

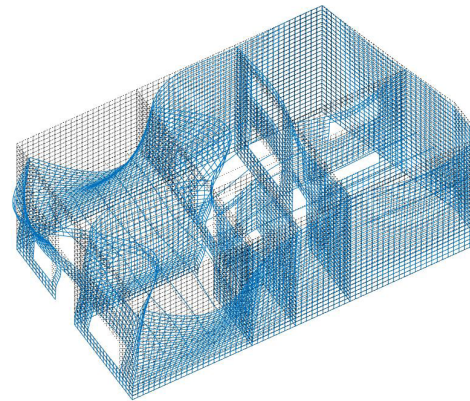


Figura 299. Vista 3d de desplazamiento en el eje X.

Código QR del modo de vibrar en el eje "x"

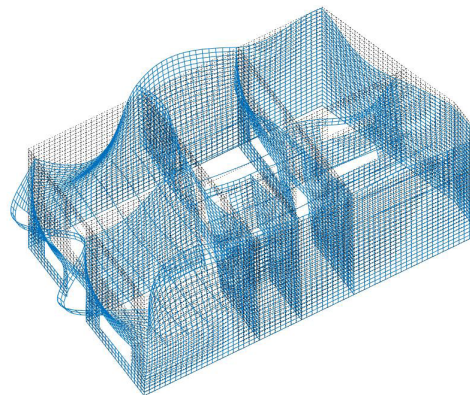


Figura 300. Vista 3d de desplazamiento en el eje Y.

Código QR del modo de vibrar en el eje "y"



6. Comprobación

El cálculo de la **deriva** permite realizar la comprobación tomando en consideración lo indicado en el apartado 10. *Cálculo de la deriva*, pg 134. Para ello se analizaron las paredes laterales de la edificación tanto la pared completa P1 y P3 como la pared en donde se muestra mayor deformación

PARED COMPLETA (P1 y P3)				
Deriva de entrespiso				
Descripción	Altura (m)	Valor normativa NEC	Límite de la deriva	Valor calculado
Eje A-A (P1)	2,4	0,01	0,024	0,0240
Eje B-B (P3)	2,4	0,01	0,024	0,0219
Deriva de cubierta				
Descripción	Altura (m)	Valor normativa NEC	Límite de la deriva	Valor calculado
Eje A-A (P1)	2,8	0,01	0,028	0,0366
Eje B-B (P3)	2,8	0,01	0,028	0,0321

Tabla 66. Datos de la deriva de la pared completa en VAP.

MITAD DE LA PARED (P2 y P4)				
Deriva de entrespiso				
Descripción	Altura (m)	Valor normativa NEC	Límite de la deriva	Valor calculado
Eje A-A (P2)	2,4	0,01	0,024	0,0335
Eje B-B (P4)	2,4	0,01	0,024	0,0315
Deriva de cubierta				
Descripción	Altura (m)	Valor normativa NEC	Límite de la deriva	Valor calculado
Eje A-A (P2)	2,8	0,01	0,028	0,0502
Eje B-B (P4)	2,8	0,01	0,028	0,0424

Tabla 67. Datos de la deriva de la mitad de la pared en VAP.

P2 y P4 (Fig. 303), en donde al comparar con las respectivas normas nos podemos dar cuenta que no se encuentran dentro del rango establecido (Fig. 301 y 302), determinando de esta manera que en el caso de un evento de diseño la edificación correspondiente a VAP muestra gran probabilidad de falla.

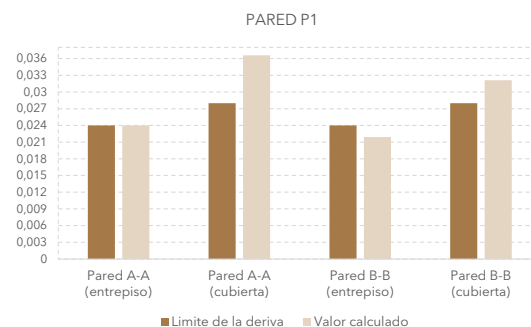


Figura 301. Comparación de límite y valor calculado de la deriva pared P1 y P3.

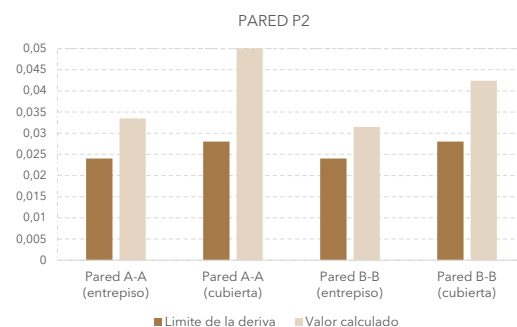


Figura 302. Comparación de límite y valor calculado de la deriva pared P2 y P4.

MOVIMIENTO PREDOMINANTE EN DIRECCIÓN X

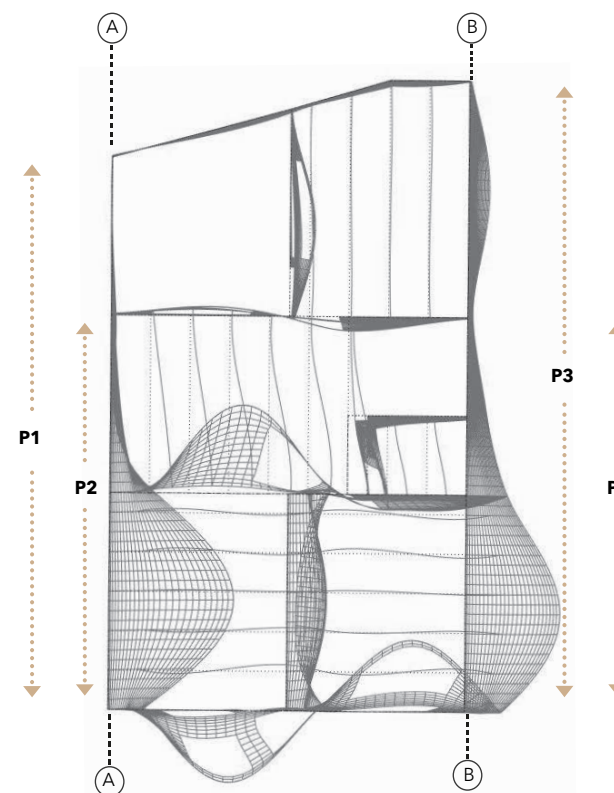


Figura 303. Esquema de movimiento en pared dirección X.



4.6.3. Comparación de Resultados

Comportamiento sísmico														
ANÁLISIS MODAL							DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS		FUERZA SÍSMICA		DERIVAS			
											Pared completa		Mitad de pared	
Casos de estudio	Tipología	Área de P.B (m2)	Dirección predominante	Periodo (s)	Masa total (kg)	% de masa predominante	Ux (m)	Uy (m)	Cortante máximo Vx (kgf/m²)	Cortante máximo Vy (kgf/m²)	Deriva de entrepiso	Deriva de cubierta	Deriva de entrepiso	Deriva de cubierta
1	MNR	324,55	x	1,18	925 350	29,45%	0,04	0,04	265 280,94	180 365,41	0,004	0,008	0,006	0,059
2	VAP	67,33	x	0,43	149 970	31,61%	0,19	0,12	1 141 799,97	585 093,80	0,023	0,034	0,033	0,046

Tabla 68. Comparación del comportamiento sísmico de las dos tipologías

En cuanto a la comparación de resultados se pudo determinar que:

- Dependiendo de la tipología (MNR o VAP) varían las características de análisis modal, desplazamientos y derivas.

- Se puede observar que en la tipología de MNR el periodo no se encuentra dentro de un rango establecido (0-1), debido a la complejidad de las propiedades mecánicas que poseen sus materiales de paredes.

- La masa total es relativamente proporcional al área de la edificación, es decir mientras mayor es el área más masa actuará.

- Sin embargo, el porcentaje de masa con respecto a la masa total que predomina en cada una de las edificaciones no se ve afectado por el tamaño de la edificación ya que es independiente y actúa de manera distinta.

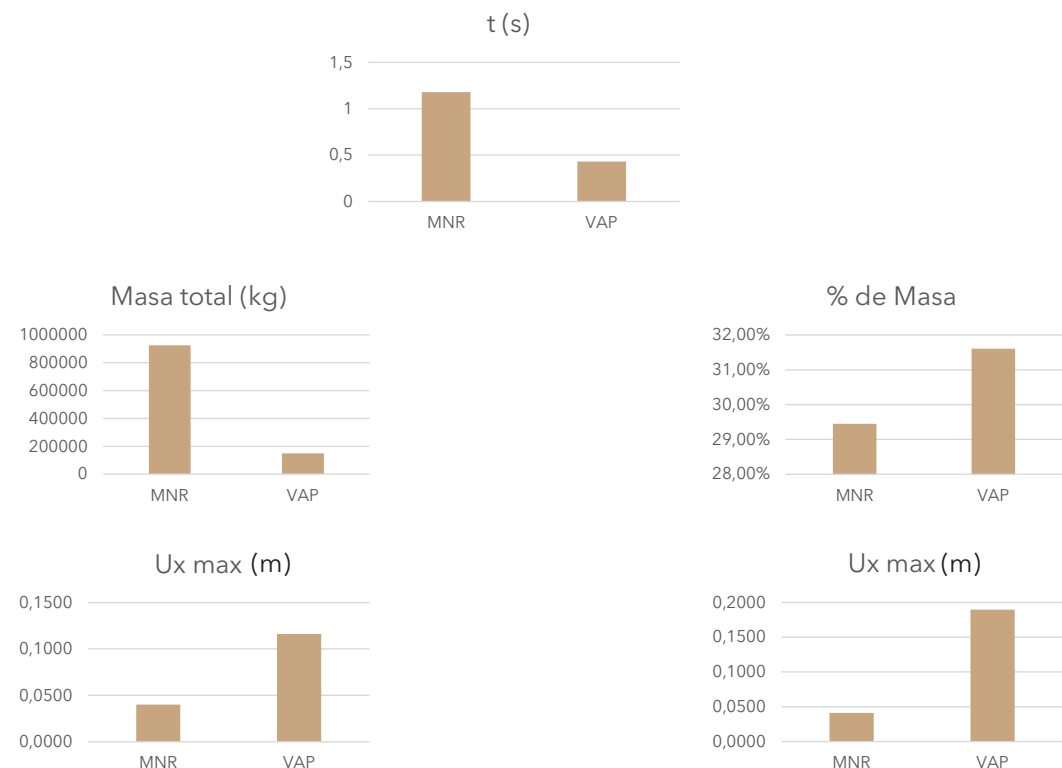


Figura 304. Comparación de valores del periodo, masa total, porcentaje de masa, y desplazamientos en x y y de ambas tipologías.

- Los desplazamientos tanto en dirección "x" como en dirección "y", predominan en aquellas edificaciones que poseen un solo material característico y la edificación con espesor de 20cm puede llegar a tener un mayor desplazamiento en comparación con la edificación de 60cm de espesor (Fig. 305).

- También se pudo observar que dependiendo de la cantidad de desplazamiento se influenció en la fuerza sísmica en el eje "x" y "y", en donde la tipología de VAP que posee mayor desplazamiento conlleva a tener mayor cantidad de cortante (Fig. 306).

- En cuanto a los resultados de deriva límite para el entrepiso y la cubierta de las edificaciones de MNR y VAP, ninguno de los dos casos cumplen en su totalidad con el valor límite, esto se ve influenciado en el sistema de piso flexible que ambas tipologías poseen, ya que el diagrama de piso conlleva a la falla y volcamiento de paredes perimetrales (Fig. 307).

- Se pudo observar que tanto para el cálculo de derivas de la pared completa y de la pared donde existe mayor vibración (mitad de la pared), se ve un mayor valor en las edificaciones de VAP, esto referido a que poseen valores de desplazamientos más altos (Fig. 308 y 309).

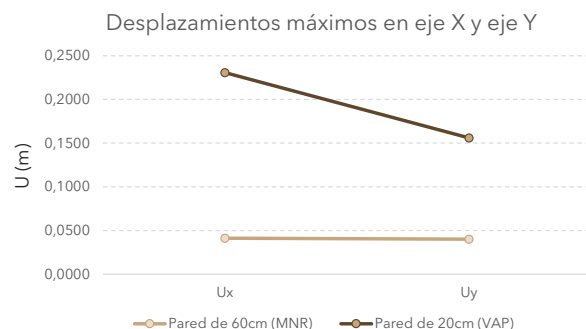


Figura 305. Desplazamientos en MNR y VAP.

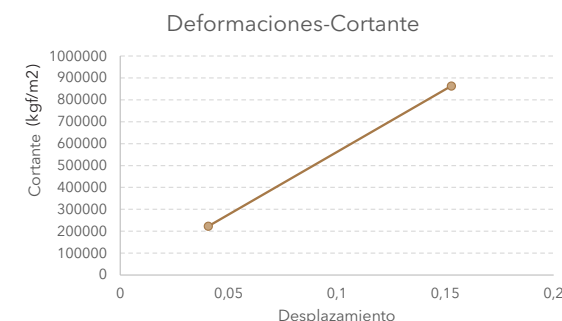


Figura 306. Comparación de cortante con espesores de MNR y VAP.

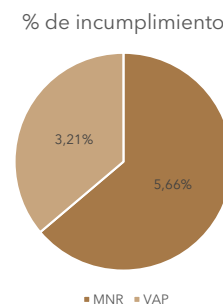


Figura 307. Cumplimiento de derivas.

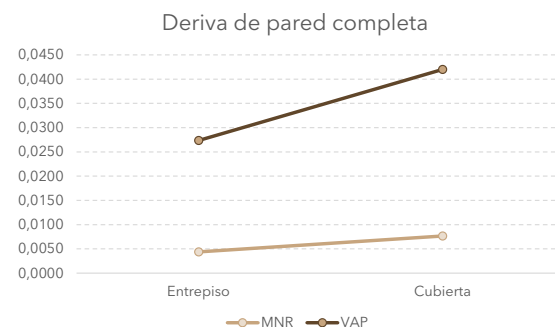


Figura 308. Comparación de derivas de pared completa.

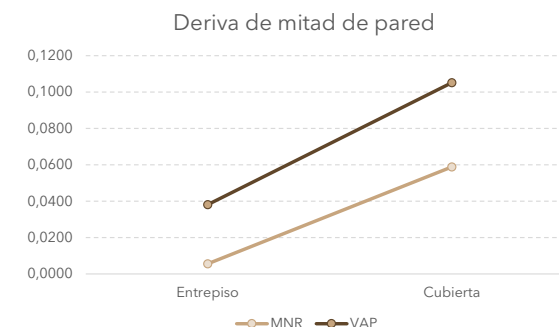


Figura 309. Comparación de derivas de mitad de pared.

CAPÍTULO V

C

ONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES





5.1 CONCLUSIONES

El patrimonio Edificado del Centro histórico de Cuenca presenta características singulares que son el resultado de muchos años de transformación. Estas transformaciones, en la mayoría de los casos han afectado al valor de estas edificaciones que hasta la actualidad, se encuentran expuestas a alteraciones que responden al interés y requerimiento de sus habitantes.

Entender esto es importante al intentar caracterizar a estas edificaciones, ya que varios de sus atributos han sido alterados y no representan las características iniciales de la tipología de la edificación. Sin embargo, su determinación es necesaria ya que permite conocer el estado actual de sus propiedades arquitectónicas, estructurales y mecánicas presentes en el área de estudio, que son el objetivo de este trabajo y que servirán de guía para futuras investigaciones sobre su comportamiento sísmico. Ya que con el análisis de sus resultados permitirá establecer recomendaciones que salvaguarden las estructuras de las edificaciones. Es por ello que se ha optado por concluir en cuanto a sus aspectos de caracterización para posteriormente poder relacionarlo con los resultados del comportamiento sísmico.

Como se ha mencionado anteriormente el trabajo de titulación se desarrolló paralelo al proyecto de investigación llamado "Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de baja altura en Cuenca". Esta investigación permitió la selección del área de estudio, en donde se ha determinado algunas

de las tipologías representativas del CHC en base al análisis dentro de la metodología que determina a las edificaciones de MNR, VAP y MC como representativas (Jiménez, 2017). También fue guía en cuanto a la recopilación de información ya que la investigación nos muestra el predominio de edificaciones de 2 pisos con área pequeña, mediana y grande.

Es por ello que con estos parámetros establecidos se procedió con su respectiva recopilación de información, en donde gracias a los datos proporcionados por la Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales se pudo determinar lo siguiente:

- Se pudo obtener información de 672 edificaciones, sin embargo las que poseían información completa acerca de las características arquitectónicas, mecánicas y geométricas fueron únicamente de 95 viviendas dentro del área de estudio (sector 0102 - 0202 - 0203), lo que representa el 5% de las edificaciones que existen en esas zonas, esto debido a que el resto de viviendas carecía de datos necesarios para poner analizar completamente sus características tipológicas.

- Dentro de la división de tipologías, de las 95 viviendas se pudo observar que 50 viviendas pertenecen a MNR, 21 viviendas a VAP y 24 viviendas a MC, representando así el 53%, 22% y 25% de las edificaciones para cada tipología, respectivamente.

- Al analizar las características generales como año de edificación se pudo determinar que predominan las edificaciones de MNR en el sector 0102, esto debido a que el sector se encuentra dentro del área de primer orden del CHC, siendo lugar en donde tuvo inicio la ciudad formando este tipo de edificaciones que son más antiguas con respecto a las edificaciones de VAP y MC las cuales se encuentran a borde oriental de la ciudad en los sectores 0202 y 0203.

- También se pudo observar que las edificaciones de MNR al estar en el sector 0102 poseen un valor arquitectónico B (VAR B)(3), lo que indica que al estar dentro del área más "simbólica" hace que su control sea mayor con respecto a otros sectores. Esto pasa a ser una apreciación ya que la ordenanza establece rangos de importancia que varían para cada sector de planeamiento del centro histórico.

A pesar que el análisis de las características generales ya nos permiten determinar aspectos fundamentales por tipologías, fue necesario analizar las 19 variables para la caracterización del patrimonio debido al enfoque hacia el estudio de su comportamiento sísmico. Por lo cual se procede a realizar una evaluación más a detalle por tipología debido a las propiedades del material de construcción y configuración estructural, las cuales son distintas. Teniendo las siguientes conclusiones para cada tipología.

Caracterización

EDIFICACIONES DE MNR

Las edificaciones de MNR, que se caracterizan por poseer muros portantes de adobe; son las edificaciones que presentan un mayor valor histórico, debido a su antigüedad y a las características arquitectónicas que presenta.

- En cuanto a su estructura se pudo observar que el espesor de paredes externas que predominan con el 60% son generalmente aquellos iguales o mayores a 60cm; a diferencia de sus paredes internas cuyo espesor es igual o menor a 30cm los cuales predominan con el 80% con respecto a su valor total, esto debido a que no cumplen un desempeño estructural; teniendo en planta alta paredes de bahareque que son utilizadas con el fin de disminuir su peso.

- Otro aspecto estructural característico que se pudo observar fue en cuanto a la materialidad de entrepiso y de cubierta la cual generalmente es entrepiso de madera (84%) y cubierta de teja artesanal (90%).

- En cuanto a su variabilidad mecánica se pudo observar una regularidad en los patrones de aberturas que estas presentan en la fachada los cuales tienen aberturas tanto en la pb como en la pa (90%) y que se encuentran totalmente alineadas.

- Con respecto a la variabilidad arquitect-

tónica las plantas son regulares externamente es decir se caracterizan por poseer plantas con forma de rectángulo vertical (76%), pero internamente se observa son irregulares esto en cuanto a sus paredes ya que no están alineadas y no son continuas (92%).

- Esto nos ha llevado a determinar la relación de aspecto que generalmente varía por el tamaño de la tipología (pequeño, mediano y grande), teniendo una relación generalmente de 0.20 a 0.80 m.

- Finalmente, se tiene el análisis de ubicación de espacios que se configura de acuerdo a la circulación y espacios globalizadores, para esta tipología se ha observado que el aspecto característico es que cuenta con un patio central, un acceso central y los espacios distribuidos de acuerdo a esto.

EDIFICACIONES DE VAP

Las edificaciones de VAP, se encuentran generalmente en la parte nor-oriental del área de estudio, debido a que estas edificaciones se originan años posteriores a las de MNR ocupando en aquel entonces las áreas periféricas del CHC. Debido a la poca cantidad de edificaciones con las que se pudo contar en esta caracterización, los atributos característicos de esta tipología no presentan

una mayor variación. Sin embargo, la información obtenida ha permitido encontrar valores que son constantes en este tipo de edificaciones, como:

- El espesor de paredes que presenta poca variación sin importar su área, cuyo 60% de edificaciones poseen espesores iguales a 15cm, tanto externa como internamente.

- El sistema de entrepiso y de cubierta se ve reflejado con la tipología de MNR cuya materialidad recalca en la madera al poseer alrededor de 66% este material y cubierta de teja.

- El patrón de aberturas al igual que MNR presenta tanto aberturas con puertas y ventanas en la planta baja y alta.

- Otro aspecto que se repite es la forma rectangular vertical (71%) de las plantas y que representan el 100% en cuanto a su irregular internamente.

- Sin embargo, algo que sí varía es su relación de aspecto que varía entre 0.60 a 0.89 m.

- Y en cuanto a la ubicación de espacios, la planta de esta tipología se caracteriza por poseer un acceso central que conduce a un pasillo general y permite la entrada a los diferentes espacios ubicados a cada uno de los lados.



EDIFICACIONES DE MC

Las edificaciones de MC, al igual que las de VAP, en su gran mayoría se encuentran en los bordes del área de estudio, constituyendo zonas que se conformaron años posteriores del origen del CHC como tal. Esta tipología se caracteriza por tener un sistema de pórticos (vigas y columnas), presentando características estructurales y mecánicas similares debido a que la técnica y composición estructural:

- Ya que tienen espesores de 15cm equivalente al 66% del total de edificaciones, tanto para paredes externas como internas.
- Igual, que las anteriores tipologías presenta un 66% en cuanto a la materialidad de entrepiso que es de madera y cubierta de teja artesanal.
- En cuanto a su forma esta se distingue por presentar plantas de forma de rectángulo horizontal y vertical con un total de 75% respectivamente, su regularidad de paredes externas una vez más se evidencia en esta tipología al igual que su irregularidad internamente ya que el 100% presentan esta condición.
- Algo que es característico de esta tipología es la relación de aspecto que a diferencia de MNR y VAP esta posee una relación que va de 0.60 a 1.30 m, esto en relación de la forma de la

planta, como se ha mencionado anteriormente.

- Esta tipología al tener edificaciones que presentan una forma de rectángulo horizontal configura una variación un poco distinta al resto en cuanto a sus espacios ya que posee un acceso generalmente en el lado derecho o izquierdo y que distribuye al resto de los espacios ubicados horizontalmente en la planta.

Todas estas características encontradas en el área de estudio, evidencian el deterioro del patrimonio edificado de baja altura en el CHC, que constantemente ha sufrido intervenciones o sustituciones, debido al cambio de uso de suelo en donde estas toman un valor comercial que alteran su configuración arquitectónica y estructural; además de que aportan poco o ningún valor patrimonial.

Es así que, lamentablemente, se ha podido ver la falta de control por parte del ente municipal hacia las intervenciones que se desarrollan en estas edificaciones, que, a más de atentar contra su valor patrimonial, afectan a su composición estructural que repercute en su comportamiento ante eventos sísmicos; tal como se ha podido concluir con este trabajo.

Esto también se muestran en cuanto al porcentaje de aberturas que las tres tipologías presen-

tan, ya que van desde 20 a 40% con respecto a su fachada evidenciando nuevamente el cambio de uso mencionando anteriormente, ya que las dimensiones reducidas de las paredes en relación con las grandes aberturas hacen que influya en el comportamiento sísmico.

De esta manera, gracias a esta caracterización de cada una de las edificaciones, correspondientes a cada tipología, han permitido seleccionar 2 edificaciones que cumplan con el mayor número de características para determinar su comportamiento sísmico. Estas edificaciones son: una de MNR grande y otra de VAP pequeño, que cumplen con el 95% y 90% de características respectivamente.

La determinación del comportamiento sísmico de estas dos edificaciones ha permitido encontrar algunos factores que influyen en el comportamiento sísmico y que se relacionan con sus características tipológicas analizadas de estas tipologías.

Comportamiento Sísmico

En primera instancia se procede a concluir de manera general independientemente de las tipologías, teniendo que:

- Sobre el método que se aplicó (Análisis Modal) se pudo determinar resultados que se aproximan a una realidad referido a las respuestas que muestran las estructuras, permitiendo cálculos inmediatos.

- Sobre el programa que permitió graficar la idealización (SAP2000), se tiene que dependiendo del tamaño de tipología, variarán las condiciones de fraccionamiento, ya que para MNR al ser de una área grande (324.55 m²), mostró problemas al momento de querer realizar los cálculos en el programa adicional usado (Stabil), diferente al de VAP de área de 67.33 m² la cual no presentó ningún inconveniente.

- Sobre el programa en el cual se realizaron la aplicación del análisis modal y método de elementos finitos (Stabil) nos ha permitido graficar en 3 dimensiones siendo una interfaz que nos permite la visualización de los resultados, tales como gráficos y videos.

- Sobre las características mecánicas que presenta cada edificación se tiene que mientras más condiciones existan se vuelve un poco más complejo la asignación de datos del material, como lo fue para MNR que poseía materialidad mixta (adobe, bahareque, ladrillo, y madera).

- Sobre los resultados se puede determinar que debido a las características que posee cada tipología individualmente muestra variación en cuanto a sus desplazamientos, cargas, fuerzas y periodos.

Para entender de mejor manera como los aspectos característicos de cada tipología influyen en los resultados de comportamiento sísmicos se analizan los dos casos de estudio.

EDIFICACIÓN MNR

- La irregularidad en la planta que posee esta edificación, referida a la distribución de paredes internas en donde no existe continuidad ni completa alineación hace que las vibraciones sean mayores por lo cual posee un periodo igual a 1.18s.

- Debido a la complejidad de su composición produce variación de sus periodos calculados en los 10 modos de vibrar, esto debido a la circulación que posee al tener un patio central amplio y a la distribución de los espacios; generando desplazamientos desacoplados que son consecuentes para fallas en los elementos portantes.

- Al poseer un área grande con espesores de pared igual a 60cm y debido a las cargas que poseen los materiales de adobe, bahareque, ladrillo y madera generan una masa total de 925.350kg.

- Consecuentemente, de esta masa se determina la influencia en porcentaje y la dirección en donde se genera mayor vibración de la estructura, resultando un predominio en el eje x con el 29%.

- El material de la cubierta y entepiso, así como las conexiones de todos los elementos de la edificación provocan desplazamientos uniformes igual a 0.04m.

- Finalmente, y comparando con la norma E.30 se ha establecido datos de deriva de entepiso y de cubierta los cuales no cumplen con el rango establecido para este tipo de edificaciones (0-0.005), excediendo en un valor total de 0.006, debido al sistema de piso flexible y llevando a la falla de sus paredes portantes laterales.

EDIFICACIÓN VAP

- Si bien la planta posee una irregularidad interna, no es mayoritariamente ya que en la planta baja si se ve la continuidad con respecto a la planta alta, haciendo que presente periodos iguales a 0.43s.

- Ya que la materialidad de paredes externas e internas es continua esto hace que no exista una significativa variación de los periodos calculado para cada modo de vibrar (10 modos).

- Al poseer un área menor al casi de estudio 1 (MNR), al tener espesores de pared igual a 20cm y debido a las cargas que posee el material de ladrillo y madera generan una masa total de 149.970kg.



5.2 RECOMENDACIONES

- Posteriormente el cálculo en relación de la masa total ha determinado el mayor porcentaje vibración de la estructura, resultando un predominio en el eje x con el 32%.

- El material de la cubierta y entrepiso, así como las conexiones de todos los elementos de la edificación provocan desplazamientos uniformes igual a 0.19m, este valor es mayor al anterior debido a la cantidad de masa que actúa.

- Finalmente, y comparando con la norma NEC se ha establecido datos de deriva de entrepiso y de cubierta los cuales no cumplen con el rango establecido para este tipo de edificaciones (0-0.024 y 0-0.028), excediendo en un valor total de 0.034 y 0.046, debido al sistema de piso flexible.

En general los resultados demostraron que ambos sistemas fracasan, la diferencia radica en la zona de colapso, ya que para MNR se ve reflejada en sus paredes portantes mientras que para VAP presenta desplazamientos más locales en la parte frontal de la edificación siendo más propensas al colapso.

También se ve reflejado estos resultados debido a la distribución de paredes internas, resultado del uso de vivienda en donde han sido modificadas por el cambio de uso a comercio afectando de esta manera a la estructura e impidiendo un adecuado comportamiento sísmico.

- Antes de desarrollar un trabajo en donde se solicite información difícil de conseguir como en este caso, se debe analizar una metodología acorde a la información a la que se puede acceder para aprovecharla al máximo.

- Al utilizar un método de elementos finitos que consiste en fraccionar los elementos que componen la edificación, se debe tomar en cuenta el número de elementos resultantes; ya que estos demandan máquinas (computadoras) con requerimientos avanzados para su desarrollo.

- Al idealizar una la planta arquitectónica de una edificación irregular para su análisis, se debe procurar respetar en lo mayor posible sus características arquitectónicas, mecánicas y estructurales ya que los resultados podrían estar lejos de la realidad.

- Las edificaciones del CH presentan características que, a pesar de pertenecer a una misma tipología, tienen rangos de variables amplios, por que lo que la determinación de sus valores debe tener criterios que fundamente su selección.

- Diseñar estrategias, planes y programas de desarrollo sostenible y sustentable que integren la gestión del patrimonio cultural edificado con el nuevo uso que se les da a las edificaciones, ya que como se ha podido evidenciar es un problema complejo en donde se deben tomar acciones necesarias cuyo fin sea proteger y salva-

guardar su integridad.

- Al ser compleja la determinación del comportamiento sísmico de edificaciones que posean intervenciones que han alterado su composición original, así como la variación en su materialidad y por ende sus características mecánicas, se debe trabajar con un modelo que abarque todas estas características y que esté basado en información adecuada.

- Debido a la poca información que se tiene sobre el comportamiento sísmico de estas edificaciones que han sufrido fuertes intervenciones, se podría realizar análisis mas profundo en base a las características determinadas en este trabajo.

- Se recomienda profundizar sobre la influencia de las intervenciones en las edificaciones del CHC sobre su comportamiento sísmico, ya que como se ha podido demostrar, estas se encuentran directamente relacionadas con su vulnerabilidad sísmica.

- Se recomienda un planteamiento de configuraciones estructurales que cumplan con un sistema estructural en donde sean edificios aporricados.

- Se recomienda rigidizar la estructura en ambas direcciones ya que los resultados indicaron modos de vibrar predominantes en ambos ejes, sin embargo con mayor énfasis en el eje x.

BIBLIOGRAFÍA





Aguirre, U., Camacho, V., Moncayo, M. (2010). Arquitectura del centro histórico de Cuenca 1870 - 1940 (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Aguero, J., Cerón, J., Gonzáles, J., Méndez, M. (2015). Análisis estructural de dos muros de adobe con diferente sistema de aparejo, SIACOT - Ecuador, Universidad Ricardo Palma, Perú. Pg. 5-7.

Albornoz, B. (2008). Planos e imágenes de Cuenca. Ilustre municipalidad de Cuenca, Fundación "El Barranco". Cuenca, Ecuador.

Anderson, D., Brzev, S. (2009). Seismic design guide for masonry building. Canadian Concrete Masonry Producers Associaton, Canadá. Recuperado el 5 de julio del 2019 de http://ccmpa.ca/wp-content/uploads/2012/02/Seismic-DesignGuideMasonryBuildingsApril2009_Full.pdf

ACI-530. (2002). Building Code Requirements for Masonry Structures (ACI530-02/ASCE5-02/TMS402-02). Masonry Standards Joint Committee (MSJC), 58.

Arequipa, E., Coba, W., Garzón, D., Vargas, L. (2012). Módulo estático de elasticidad del Hormigón en base a su resistencia a la compresión simple (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador

Arteaga, P. (2016). Estudio de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca-Ecuador (Tesis de grado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Baculima, M., Marín, L. (2018). Estudio de variables geométricas y disposición de elementos estructurales en muros de bahareque (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Barbat, H., Pujades, L. (2002). Evaluación de la vulnerabilidad y del riesgo sísmico en zonas urbanas, aplicación a Barcelona. 6º Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Sísmica. Recuperado el 24 de mayo del 2019 de http://www.hms.civil.uminho.pt/events/sismica2004/229-252%20Alex%20Barbat%20e%20Luis%20Pujades%20_24%20p_.pdf

Barona, D. (2010). Vulnerabilidad sísmica del centro histórico de Sangolquí (Tesis de pregrado). Escuela politécnica del Ejército EPN, Sangolquí, Ecuador.

Barrera, L., Peñaloza, J. (2018). Análisis paramétrico de la respuesta sísmica global de una edificación de mampostería no reforzada típica del Centro Histórico de Cuenca (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Blondet, J., Tarque, S., Velásquez, J. (2006). Análisis sísmico de módulos de adobe reforzado con malla de polímero. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.

Bolaños, D. (2013). Rehabilitación arquitectónica de una vivienda patrimonial para uso hotelero (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Bustamante, A., Mejía, M. (2015). Aproximación a una metodología para la identificación de valores del patrimonio cultural edificado desde la visión de múltiples actores en la ciudad de Cuenca. Universidad de Cuenca, Ecuador.

Caldas, V., Sigcha, P. (2017). Breve análisis cronológico de la introducción de materiales relevantes, dentro de las edificaciones del centro histórico de Cuenca entre los años 1880 y 1980 (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Cardoso, F. (2017). Propuesta de Inscripción del Centro Histórico de Cuenca Ecuador en la lista de patrimonio mundial. Edición Comentada 2017. Universidad de Cuenca, Municipio de Cuenca, Ecuador.

Carta Europea de patrimonio arquitectónico. (1975). n/a. Recuperado el 08 de junio del 2019 de www.icomos.es/wp-content/uploads/2017/05/17_carta-europea-patrimonio.pdf

Castro, U. (2018). Análisis sísmico - Combinaciones modales. Recuperado el 3 de octubre del 2019 de <https://www.linkedin.com/pulse/an%C3%A1lisis-s%C3%ADsmico-combinaciones-modales-ulises-o-castro>.

Chassi, J., Peñafiel, M., Serpa, H. (1982). Cubiertas en la vivienda, Cuenca, Ecuador (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Cordero, J., Aguirre, L. (1994). La ciudad de Tomebamba-Museo de Sitio. Banco central del Ecuador, Cuenca, Ecuador.

Correa, C. (2003). Sismicidad histórica del Ecuador. Cálculo de aceleraciones máximas, energía sísmica y estimación de peligro sísmico, Escuela politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

Cobos, D. (2012). La transformación del espacio en el centro histórico de Cuenca. En el proceso de declaratoria de patrimonio cultural de la humanidad (Tesis de grado). FlacsoAndes. Quito, Ecuador.

Cuenca Ilustre. (2014). Las Calles de la ciudad, memoria histórica de Cuenca. Recuperado el 28 de Mayo de 2019 de <http://www.revistacuenca.com/noticias-cuenca/Las-Calles-de-la-ciudad,-memoria-hist%C3%B3rica-de-Cuenca/77>

Declaración de Ámsterdam, Consejo de Europa. (1975). n/a. Recuperado el 08 de junio del 2019 de www.icomos.org/doc/teoria/VARIOS.1975.declaracion.amsterdam.patrimonio.arquitectonico.europeo.pdf

Densidad. (s.f.). n/a. Recuperado el 14 de junio del 2019 de <http://www.fisica.uson.mx/manuales/mecyfluidos/mecyflu-lab10.pdf>

Díaz, F., Espinoza, F., Sánchez, R., Huerta, C. (2012). Respuesta dinámica de un edificio considerando el efecto de interacción suelo-estructura. Barcelona, España. Recuperado el 15 de septiembre de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/28512/MIS67.pdf>

Elasticidad. (s.f.). n/a. Recuperado el 14 de junio del 2019 de <https://vdocuments.mx/tema-6-elasticidad-con-el-modulo-de-young-e-y-el-coeficiente-de-poisson-.html>

Enríquez, D. (2014). Reforzamiento Estructural para forjados de madera en edificaciones patrimoniales y contemporáneas (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.

Estrella, P. (1992). La Casa-Quinta de Chaguarchibamba-Cuenca en el siglo XIX. Fundación Paul Rivet, Cuenca, Ecuador.

Espinosa, M. (2000). Obtención del módulo de elasticidad y razón de poisson en diferentes grados de acero al manganeso (Tesis de grado). Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Espinosa, P., Calle, M. (2002). La cité cuencana, el afrancesamiento de Cuenca en la época Republicana (1860-1940) (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Frías, E. (2004). Aportaciones al estudio de las maquinas eléctricas del flujo axial mediante la aplicación del método de elementos finitos (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Cataluña, España.

García, H., Degrande, G. (2017). Seismic vulnerability analysis of a two-story family dwelling in confined masonry in Cuenca, Ecuador, Rev Maskana, Vol. 8, No.2, Pg, 100 - 105.

Garrido, G. (2011). El proceso de análisis de datos. Recuperado el 17 de septiembre del 2019 de <https://medium.com/@gjavier.correo/el-proceso-de-an%C3%A1lisis-de-datos-b928dd178b03>

Gómez, J. (2002). Presentación de un nuevo modelo matemático para cálculo del periodo fundamental de vibración de estructuras de edificios. México, D.F.

González, S. (2017). La valoración del espacio público patrimonial en el centro histórico de la ciudad de Cuenca Caso de estudio plazoleta de El Carmen (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Guamán, A., Ortega, E. (2018). Propuesta de modelo para análisis Pushover de paredes confinadas (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Gutierrez, A. (2012). La correcta utilización de los promedios. Rev. Universidad Eafit - No. 98. Medellín, Colombia.

Guzmán, H. n/a. Elasticidad. Recuperado el 14 de junio del 2019 de



http://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/7140/Medina_Fisica2_Cap1.pdf?sequence=2&isAllowed=y

IG EPN. (s.f.). Un día como hoy. Recuperado el 17 de mayo del 2019 de <https://www.igepn.edu.ec/un-dia-como-hoy>

Indirli, M., Apablaza S. (2009). Protección del Patrimonio en Valparaíso (Chile): Proyecto "MARVASTO", Pg. 21-62.

Introducción a la resistencia de materiales. (s.f.). n/a. Recuperado el 14 de junio del 2019 de <http://ing.unne.edu.ar/pub/Capitulo01-A04.pdf>

Ilustre Municipalidad de Cuenca. (1980). Consulplan, Inventario de Edificaciones Patrimoniales del Centro Histórico, Cuenca, Ecuador.

Ilustre Municipalidad de Cuenca. (2010). Ordenanza para la gestión y conservación de las áreas históricas y patrimoniales del cantón Cuenca, Ecuador.

Jiménez, B., Pelá, L., Hurtado, M. (2018). Building survey forms for heterogeneous urban areas in seismically hazardous zones. Application to the historical center of Valparaíso, Chile, *International Journal of Architectural Heritage*, 12:7-8, 1076-1111, DOI: 10.1080/15583058.2018.1503370

Jiménez, J., Cabrera, J., Sánchez, B., Avilés, F. (2018). Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado del Centro histórico de la ciudad de Cuenca: Lineamientos generales y avances del proyecto, *Rev Maskana*, Vol. 9, No.1, Pg. 60 - 71.

Jiménez, J. (2002). Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Cuenca mediante técnicas de simulación (Tesis de grado). Quito, Ecuador.

Jiménez, N., Peñaherrera, R. (2001). Obtención de acelerogramas sintéticos en base a datos geológicos de la Falla de Girón. XIV Jornadas Nacionales de Ingeniería Estructural, Universidad de Cuenca, Ecuador.

Kennedy, A. (2016). Elites y la nación en obras, visualidades y arquitectura

del Ecuador de 1840-1930. Universidad de Cuenca- CCE Núcleo del Azuay. Cuenca, Ecuador.

López, J., Oller, S., Oñate, E. (1998). Cálculo del comportamiento de la mampostería mediante elementos finitos. Centro internacional de métodos numéricos en ingeniería. Barcelona, España.

Mejía, D. (2016). Transformaciones urbanas en el centro histórico por los nuevos usos: sus repercusiones en los valores y atributos patrimoniales. Caso de estudio calle Larga, Cuenca (Tesis de grado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Mejia, J. (2015). Conceptos y significados de la arquitectura residencial local, aplicación en viviendas unifamiliares contemporáneas de la ciudad de Loja. Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.

Medición del módulo de elasticidad de Young (1997). Recuperado el 17 de junio del 2019 de https://www.fisicarecreativa.com/informes/infor_mecnica/young97.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). Norma E.0.30. Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. VIVIENDA. Perú

Mogrovejo, A. (2013). Registro gráfico y técnico: "Acabados de viviendas patrimoniales del Centro Histórico de Cuenca" (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Monsalve, R. (2003). Cuenca, patrimonio mundial Cuenca: orígenes de su patrimonio cultural. Editor Rodrigo López Monsalve. Cuenca, Ecuador.

Morocho, L. (2018). Aplicación de métodos simplificados para la predicción de daño sísmico en estructuras de baja altura (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.

Muñoz, P., (2015). Arquitectura popular en Azuay y Cañar 1977-1978. Universidad de Cuenca, Ecuador.

NEC. (2013). Cargas y materiales. Recuperado el 10 de agosto del 2019 de

http://giec.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2013/09/NEC2011-CAP1-CAR-GAS-Y-MATERIALES_2013.pdf

NEC. (2015). Guía práctica para la evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras (Guía de diseño 5). Recuperado el 28 de agosto del 2019 de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/GUIA-5-EVALUACION-Y-REHABILITACION1.pdf>.

NEC-SE-HM (2015). NEC ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. Estructuras de hormigón armado. Recuperado el 20 de agosto del 2019 de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-HM-Hormig%C3%B3n-Armado.pdf>

Nieto, C., Maldonado, J. (2016). BACS en el Centro Histórico de Cuenca. Universidad de Cuenca, Ecuador.

Norma Ecuatoriana de la Construcción. Cargas (No sísmicas). Instituto ecuatoriano de normalización, Quito, Ecuador, 2014. Recuperado el 25 de julio del 2019 de <https://online.portoviejo.gob.ec/docs/nec5.pdf>

Norma Ecuatoriana de la Construcción. Estructuras de Madera. Instituto ecuatoriano de normalización, Quito, Ecuador, 2014. Recuperado el 24 de julio del 2019 de <https://online.portoviejo.gob.ec/docs/nec8.pdf>

Osorno, M. (1992). ¿Qué es la Inercia?, Rev Momento, Colombia. Pg, 63-66.

Otero, P. (2006). Aprendiendo sobre el Método de los Elementos Finitos. CUJAE. Ciudad de la Habana, Cuba.

Pacheco, D., Sarmiento, X. (2015). El conventillo como tipología de vivienda en el centro histórico de Cuenca (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Pérez, A. (2018). Coeficiente de poisson. Recuperado el 17 de junio del 2019 de http://www.mecapedia.uji.es/coeficiente_de_Poisson.htm

Quinde, R., Rea, W. (2018). Evaluación sísmica de edificios aporticados de

Hormigón armado con deficiencias de diseño, mediante el método del espectro de capacidad FEMA 440. (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Red Sísmica del Austro. (2002). Informe Final a FUNDACYT - Proyecto P-BID 400: Amenaza Sísmica en el Austro, Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico en la Ciudad de Cuenca, Universidad de Cuenca, Ecuador.

Rivadeneira, F., Segovia, M., Alvarado, A., Egred, J., Troncoso, L., Vaca, S., Yepes, H. (2007). Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador. Instituto Geofísico, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

Robert, J. (1989). La casa original del ensanche de Barcelona (Tesis doctoral). Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, España.

Rodas, P. (2016). Modelos de gestión para la conservación del patrimonio edificado de la ciudad de Cuenca (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Ross, J. (2003). De Tomebamba a Cuenca-Arquitectura y arqueología Colonial. Quito, Ecuador.

Sánchez, D. (2015). Documento visual sobre conceptos de la arquitectura patrimonial de Cuenca (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Sandi, H. (1983). Earthquake risk and earthquake preparedness: some qualitative aspects and quantification possibilities. UNDP/UNESCO/UNDRO Project for Earthquake Risk Reduction in the Balkan Region, Athens, 79-93.

SAP2000. Programa de elementos finitos para modelado, análisis y dimensionamiento de cualquier estructura. (s.f.). n/a. Recuperado el 1 de agosto del 2019 de <https://www.csiespana.com/software/2/sap2000>

Secretaria de Gestión de riesgos, (2016). Informe de situación n°65, 16/05/2016, terremoto 7.8 °, pedernales, Ecuador. Recuperado el 18 de Mayo del 2019 de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Informe-de-situaci%C3%B3n-n%C2%B065-especial-16-05-20161.pdf>



Siza, J., Martínez, J. (2009). Propiedades físico-mecánicas del eucalipto y aplicación al diseño estructural de una vivienda (Tesis de pregrado). Escuela politécnica del ejército. Sangolquí, Ecuador.

Structural Mechanics Section Department of Civil Engineering KU Leuven, (s.f.). n/a.

Taffarel, S., Marson, C., Valotto, C., Roverato, M., Munari, M., Da Porto, F., Modena, C. n/a. Seismic vulnerability maps of Timisoara historical center based on fragility curves. Padova, Italia.

UNESCO. (s.f.). Cap. 4. Patrimonio. Índice de desarrollo de un marco multidimensional para la sostenibilidad del patrimonio. Recuperado el 08 de Junio del 2019 de <https://es.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/digital-library/cdis/Patrimonio.pdf>

Vásquez, A. (2007). Mecánica de sólidos y sistemas estructurales. Recuperado el 17 de junio del 2019 de <http://www.aq.upm.es/Departamentos/Estructuras/e96-290/doc/hainercia.pdf>.

Vidal, T. (2012). Diseño de 5 circuitos turísticos virtuales para el Centro Histórico de la ciudad de Cuenca (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Yépez, F., Barbat, A., Canas, J. (1995). Riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería. Barcelona, España.

ANEXOS





INTRODUCCIÓN

Dentro del capítulo de Anexos, se adjunta el registro del terremoto ocurrido en Santa Isabel referenciado dentro del Capítulo 1, también se añaden las fichas de registro realizadas en Valparaíso, Chile y las tablas de análisis de caracterización, las cuales tienen algunas clasificaciones más a detalle, ya que en dicho capítulo se mostraron únicamente los resultados de algunas características del patrimonio edificado. Además, ya que en el capítulo de caracterización se escogió dos casos de estudio, se procedió a llenar las fichas que se completaron con información proporcionada por la Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales para los casos de estudio: Mampostería no reforzada grande y Vigas de atado perimetral pequeño.

A1. Registro de terremoto

TERREMOTO - 1898

La Diócesis de Cuenca relata el fatal acontecimiento sucedido en 1898 en donde indica que se han demolido por completo el templo y todos los edificios de adobe en la parroquia de Chahuarurco-Santa Isabel.

Diócesis de Cuenca
Parroquia de Chahuarurco, Setiembre 6 de 1898
Al Reverendo Señor Abad Don Isidro
Reverendo Señor:

El fatal acontecimiento de ayer ha demolido por completo el templo y todos los edificios de adobe en esta Parroquia, no ha causado ni una muerte en los asistentes, por misericordia del Señor. Por tanto, pido a V.ª Señoría, licencia de altar portátil para la celebración de la Santa Misa, en el lugar que hallé mas a propósito, en cuanto pueda disponer los vasos sagrados y ornamentos. Se ha salvado el Sagrario con el Copei de formas, sin que se haya movido una, a pesar de haberse desatado el Copei. No sé si tendré agua bendita en lo que era baptisterio, caso de no haber, me ségame, pido bendecir con las ceremonias del Sábado S.^{to}

En este dicto, recibo la deseada nota de asistencia a los S.^{tos} Oficios Espirituales. Su S.^{ta} Sabrá notificar lo ordenado o mandar otra cosa, según los resultados de la devastadora Catástrofe.

Dígnese indicarme cuántos templos se amulnaron en la Ciudad.

Dios pade. a V.ª Reverencia
Fiel Obediente
Isidro

Figura 310. Redacción de lo ocurrido por el terremoto de 1898.
Fuente: Ministerio de Cultura y Patrimonio. Museo Pumapungo

A2. Formularios de Valparaiso

Sistema de mampostería resistente a la carga lateral			SISTEMA DE CARGAS	SISTEMA DE DEPO	Rígido y bien conectado			Semi rígido y conectado			Flexible y/o mal conectado		Pisos duros modernos no conectados a las paredes	Desconocido
					Fundido en el lugar o losa RC prefabricada con revestimiento de hormigón	Vigas RC con revestimiento o relleno de hormigón	Cubierta de metal con relleno de Hormigón	Fundido en el lugar o losa RC prefabricada sin revestimiento de hormigón	Piso de madera con doble revestimiento de tablas de madera	Piso de madera con un solo revestimiento de tablas y elementos rigidizadores, o cubierta de hormigón conectada a las paredes	Piso de madera con un solo revestimiento de tablas de madera	Vigas de acero o con techos de ladrillo o teja		
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ladrillo reforzado o confinado/ mampostería de Hormigón	Mortero y cone-xiones de buenas calidad y espesor mayor que 0,24 m	A												
	Mortero o conexiones de baja calidad o espesor menor que 0,24 m	B												
	Mortero y conexiones de baja calidad y espesor menor que 0,24 m	C												
Albañilería no reforzada	Unidades de piedra natural con buena textura y conexiones, y espesor superior a 0,35 m	D												
	Unidades de piedra natural con textura irregular o malas conexiones, o espesor inferior a 0,35 m	E												
	Unidades de piedra natural con textura irregular, malas conexiones y espesor superior a 0,35 m	F												
	Ladrillos de arcilla o arena, mortero y conexiones de buena calidad, y espesor superior a 0,24 m	G												
	Ladrillos de arcilla o arena, mortero o conexiones de mala calidad, o espesor inferior a 0,24 m	H												
	Ladrillos de arcilla o arena, mortero y conexiones de mala calidad, y espesor inferior a 0,24 m	I												

Tabla 69. Ficha de sistema de mampostería elaborado por el grupo de investigación de Valparaiso.



Sistema resistente a la carga lateral RC		SISTEMA DE CARGAS	SISTEMA DE DEPIZO	Rígido y bien conectado			Semi rígido y conectado			Flexible y/o mal conectado	Desconocido
				Losa RC fundida o prefabricada con revestimiento de hormigón bien conectado a elementos resistentes verticales	Vigas RC con revestimiento de hormigón bien conectadas a elementos resistentes verticales	Cubierta de metal con relleno de Hormigón	Piso rígido mal conectada a elementos resistentes verticales	Fundido en el lugar o losa RC prefabricada sin revestimiento de hormigón	Vigas RC o de acero sin losa de hormigón	Piso flexible o de cualquier naturaleza mal conectada a elementos resistentes verticales	
				1	2	3	4	5	6	7	
Marco resistente al momento	Con relleno de mampostería bien conectado y de buena calidad. Las aberturas no exceden el 30% de la superficie de la pared. Relación altura-espesor inferior al 20%.	A									
	Con relleno de mampostería mal conectado y / o de baja calidad. Las aberturas exceden el 30% de la superficie de la pared. Relación altura-espesor superior al 20%	B									
	Sin relleno	C									
Sistema de pared de corte		D									
Sistema dual: Marcos resistentes al momento y muros de corte		E									
RC-Albañilería Mixta		F									
Edificios de pisos suaves causados por columnas discontinuas o diferencias significativas de rigidez y resistencia entre el suelo y las estructuras de los niveles superiores		G									

Tabla 70. Ficha de sistema de carga lateral elaborado por el grupo de investigación de Valparaíso.

A3. Características Arquitectónicas

A3.1 Alineación y continuidad: Planta baja

Alineación y continuidad Horizontal planta baja

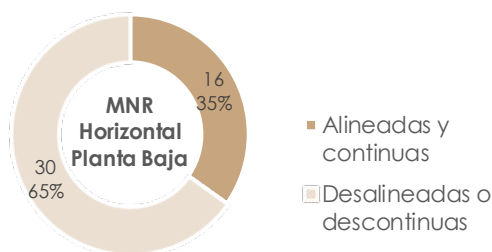


Fig 311. Alineación y continuidad horizontal PB en MNR

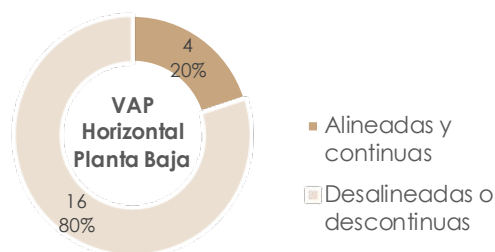


Fig 312. Alineación y continuidad horizontal PB en VAP

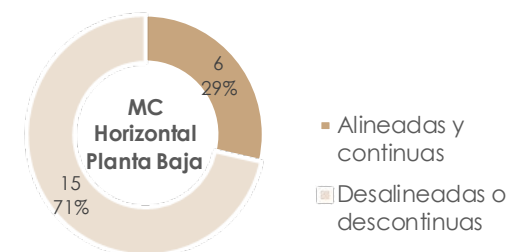


Fig 313. Alineación y continuidad horizontal PB en MC

Alineación y continuidad Vertical planta baja

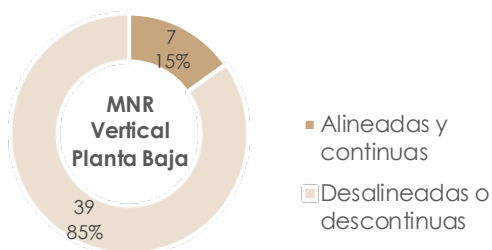


Fig 314. Alineación y continuidad vertical PB en MNR

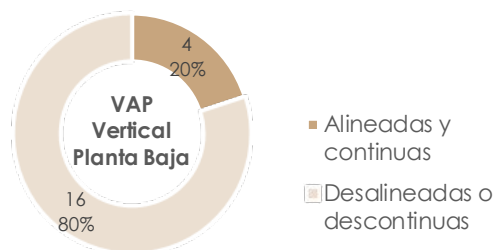


Fig 315. Alineación y continuidad vertical PB en VAP

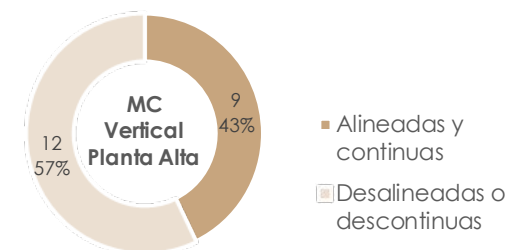


Fig 316. Alineación y continuidad vertical PB en MC

A3.2 Alineación y continuidad: Planta alta

Alineación y continuidad Horizontal planta alta

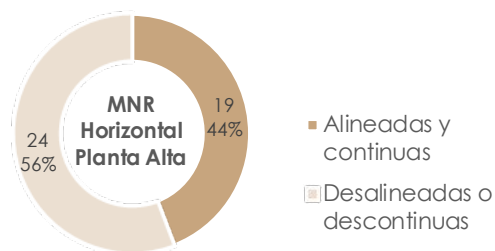


Fig 317. Alineación y continuidad horizontal PA en MNR

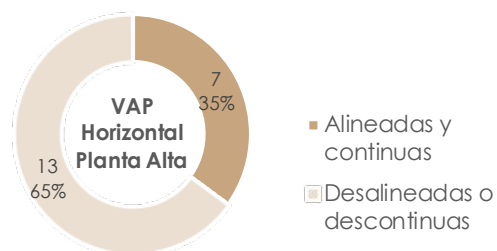


Fig 318. Alineación y continuidad horizontal PA en VAP

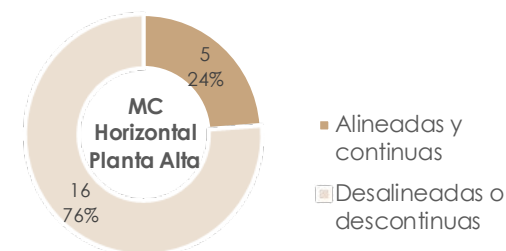


Fig 319. Alineación y continuidad horizontal PA en MC

Alineación y continuidad Vertical planta alta

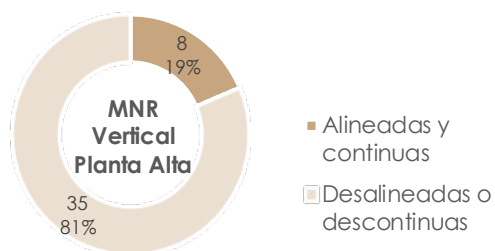


Fig 320. Alineación y continuidad vertical PA en MNR

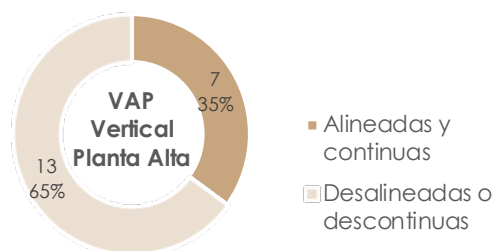


Fig 321. Alineación y continuidad vertical PA en VAP

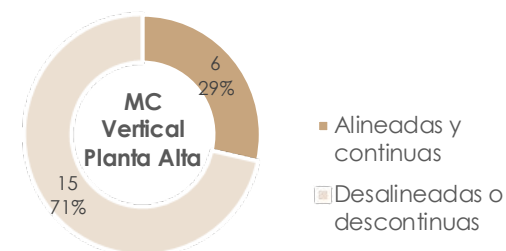


Fig 322. Alineación y continuidad vertical PA en MC

A3.3 Aberturas

Mampostería no reforzada

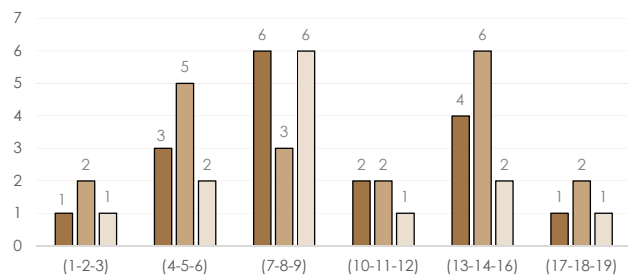


Fig 323. Número de puerta totales en planta baja de MNR.

PUERTAS EN P.B Vigas de atado perimetral

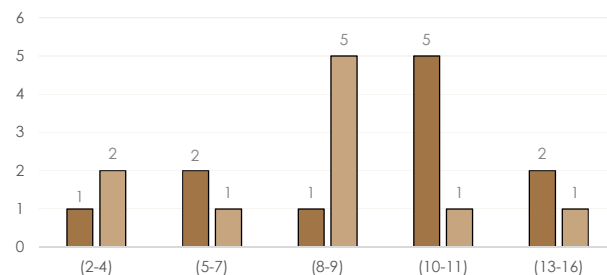


Fig 324. Número de puerta totales en planta baja de VA.

Marco confinado

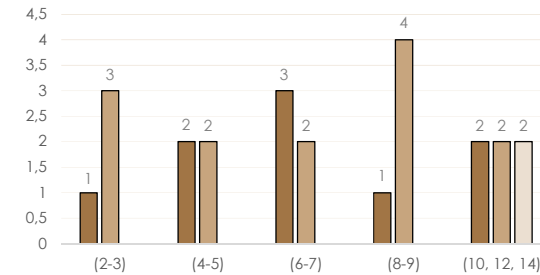


Fig 325. Número de puerta totales en planta baja de MC.

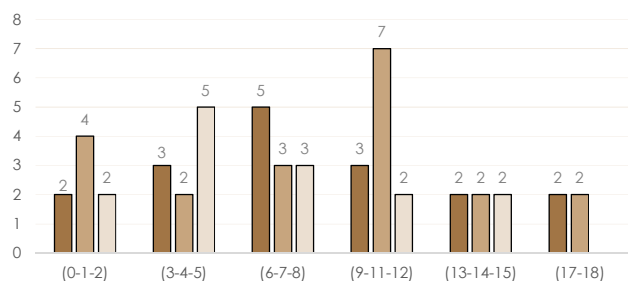


Fig 326. Número de puerta totales en planta alta de MNR.

PUERTAS EN P.A

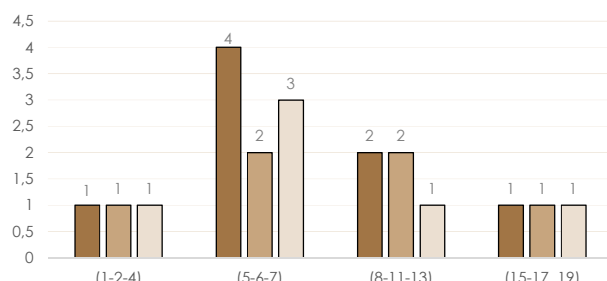


Fig 327. Número de puerta totales en planta alta de VA.

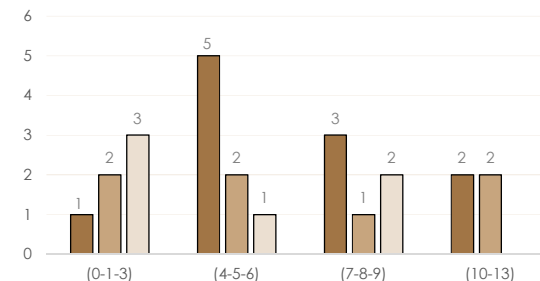


Fig 328. Número de puerta totales en planta alta de MC.

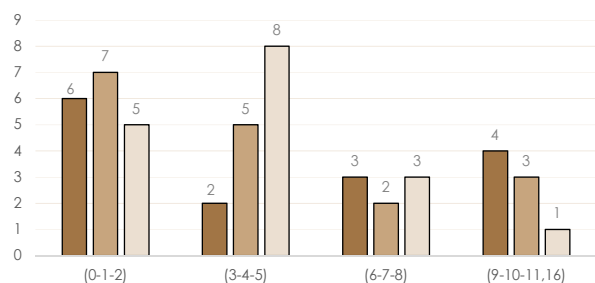


Fig 329.. Número de ventanas totales en planta baja de MNR.

VENTANAS EN P.B

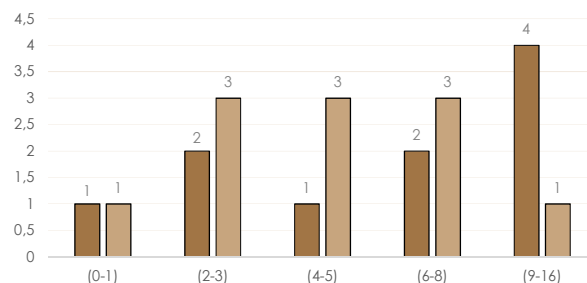


Fig 330. Número de ventanas totales en planta baja de VA.

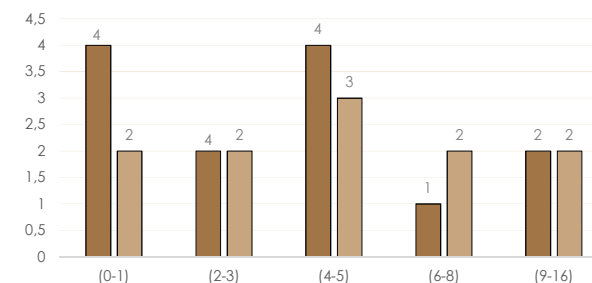


Fig 331. Número de ventanas totales en planta baja de MC.

Mampostería no reforzada

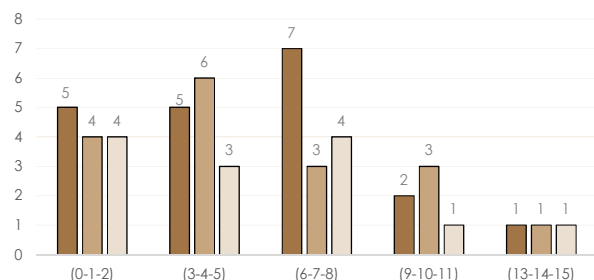


Fig 332. Número de ventanas totales en planta alta de MNR.

VENTANAS EN P.A Vigas de atado perimetral

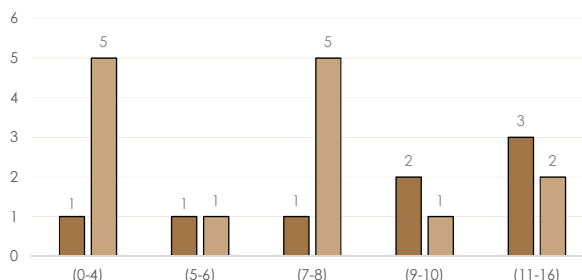


Fig 333. Número de ventanas totales en planta alta de VA.

Marco confinado

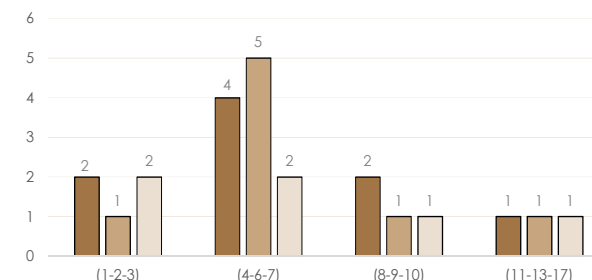


Fig 334. Número de ventanas totales en planta alta de MC.

VANOS EN P.B

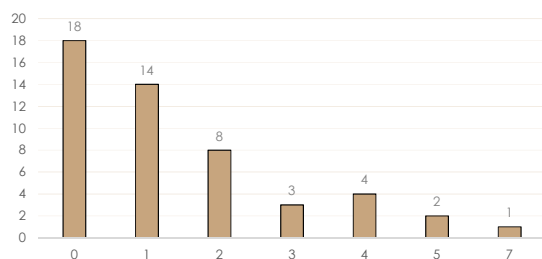


Fig 335. Número de vanos totales en planta baja de MNR.

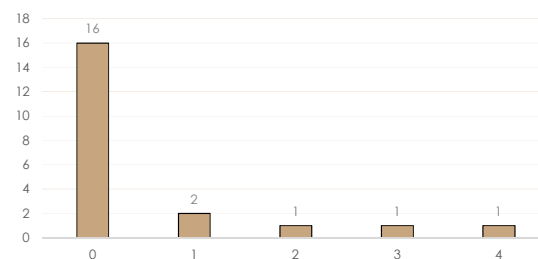


Fig 336. Número de vanos totales en planta baja de VA.

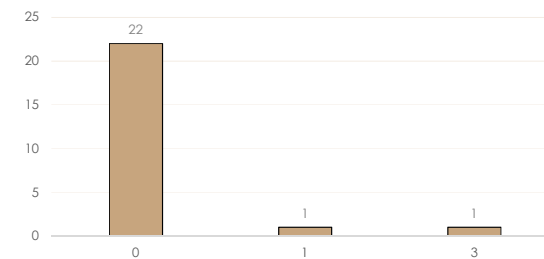


Fig 337. Número de vanos totales en planta baja de MC.

VANOS EN P.A

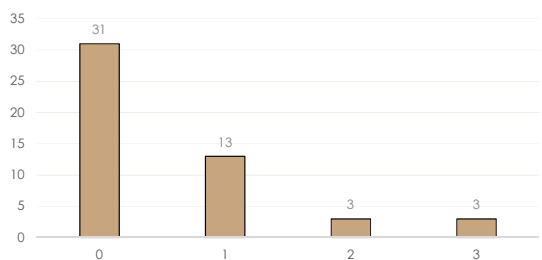


Fig 338. Número de vanos totales en planta alta de MNR.

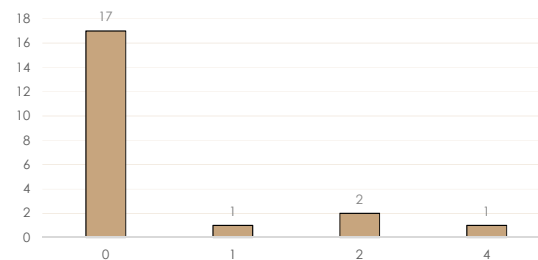


Fig 339. Número de vanos totales en planta alta de VA.

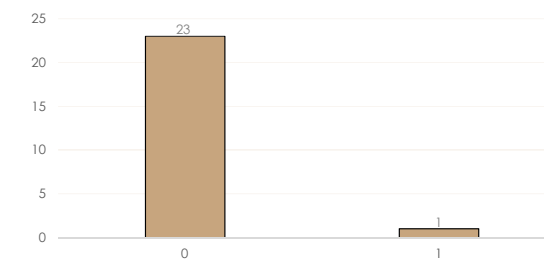


Fig 340. Número de vanos totales en planta alta de MC.

A3.4 Cubierta

1. POR LA TIPOLOGÍA

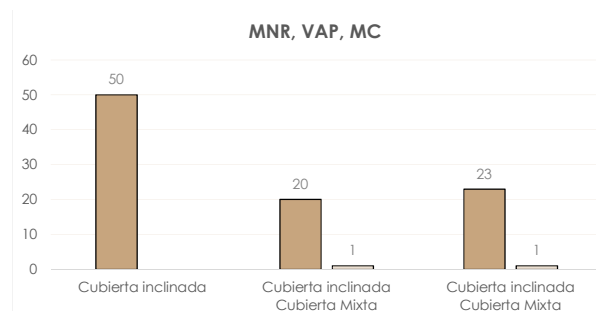


Fig 341. Clasificación de cubierta por la tipología.

2. POR EL MATERIAL DE CERCHA

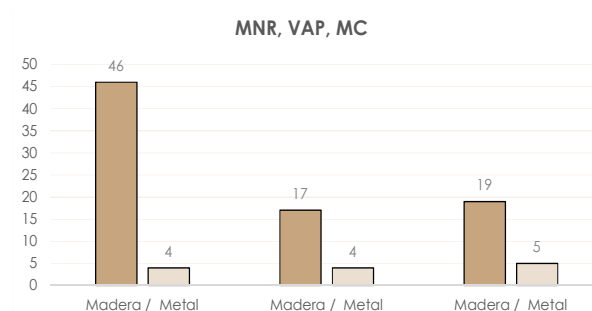


Fig 342. Clasificación de cubierta por el material de cercha.

3. POR EL MATERIAL



Fig 343. Clasificación de cubierta por el material de MNR.

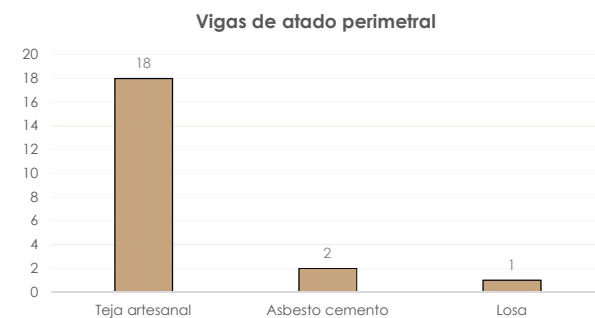


Fig 344. Clasificación de cubierta por el material de VA.

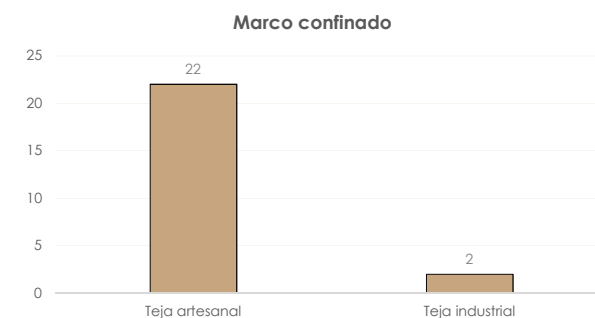


Fig 345. Clasificación de cubierta por el material de MC.

4. POR NÚMERO DE AGUAS

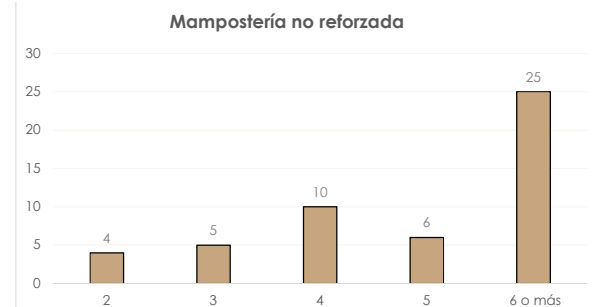


Fig 346. Clasificación de cubierta por el material de MNR.

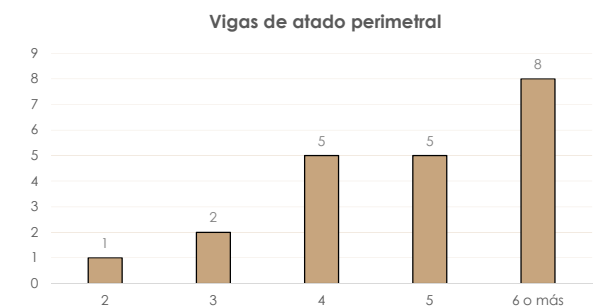


Fig 347. Clasificación de cubierta por el material de VA.

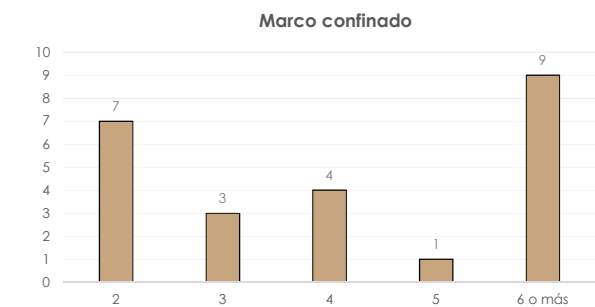


Fig 348. Clasificación de cubierta por el material de MC.

A4. Variables Geométricas

A4.1 Espesor de paredes exteriores

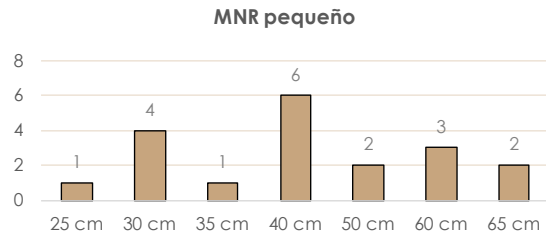


Fig 349. Valores de espesor de paredes exteriores MNR pequeño

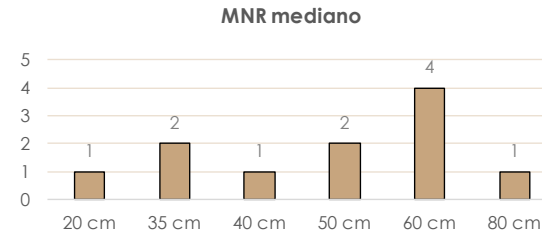


Fig 350. Valores de espesor de paredes exteriores MNR mediano

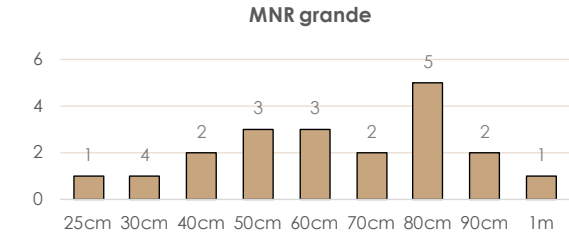


Fig 351. Valores de espesor de paredes exteriores MNR grande

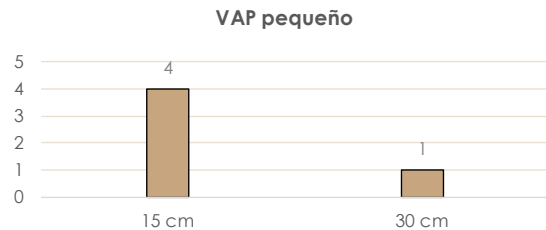


Fig 352. Valores de espesor de paredes exteriores VAP pequeño

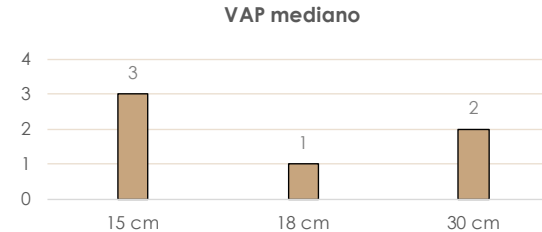


Fig 353. Valores de espesor de paredes exteriores VAP mediano

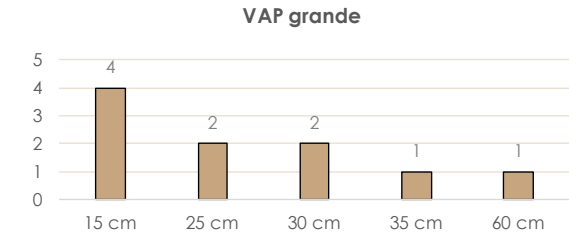


Fig 354. Valores de espesor de paredes exteriores VAP grande

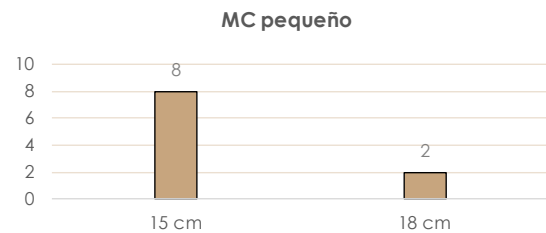


Fig 355. Valores de espesor de paredes exteriores MC pequeño

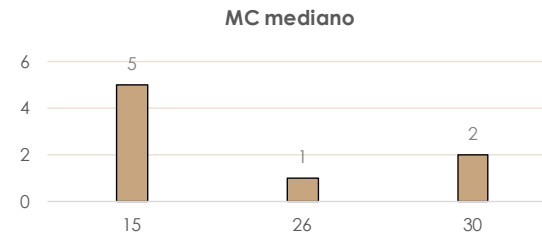


Fig 356. Valores de espesor de paredes exteriores MC mediano

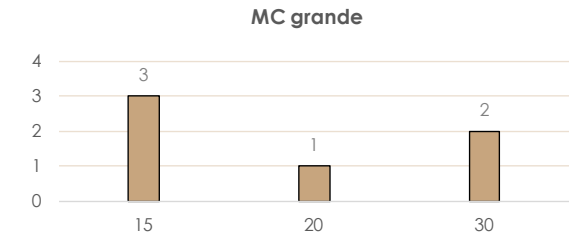


Fig 357. Valores de espesor de paredes exteriores MC grande

A4.2 Espesor de paredes interiores

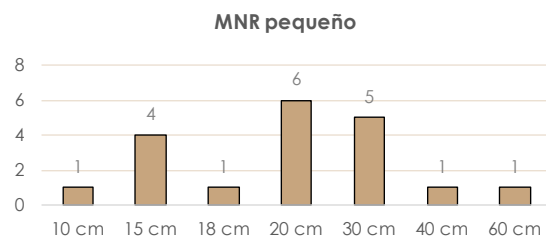


Fig 358. Valores de espesor de paredes interiores MNR pequeño

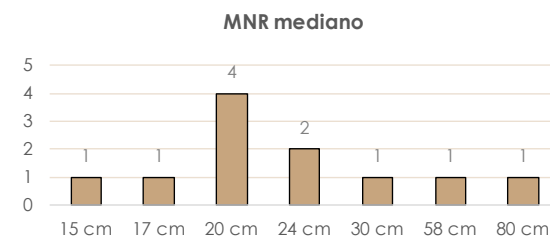


Fig 359. Valores de espesor de paredes interiores MNR mediano

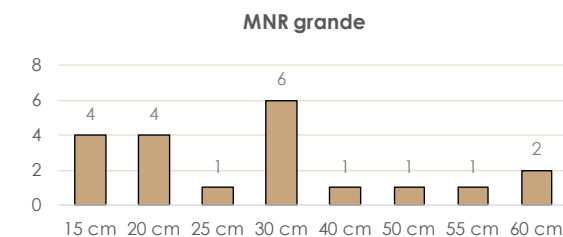


Fig 360. Valores de espesor de paredes interiores MNR grande

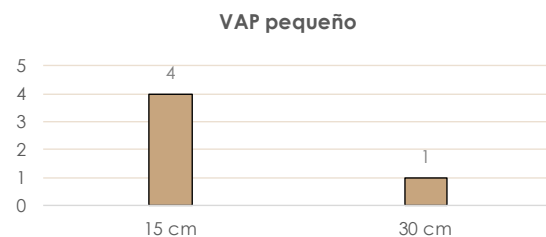


Fig 361. Valores de espesor de paredes interiores VAP pequeño

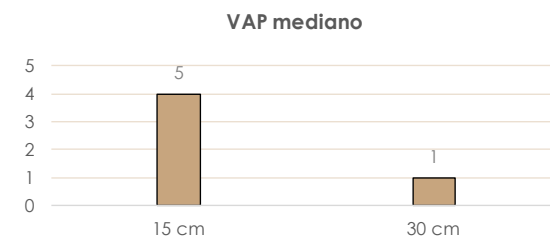


Fig 362. Valores de espesor de paredes interiores VAP mediano

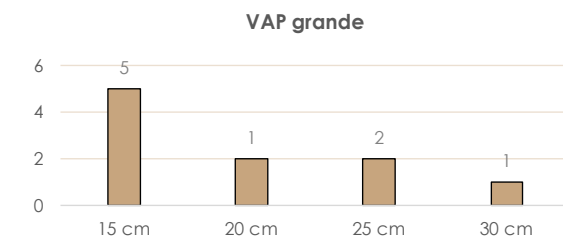


Fig 363. Valores de espesor de paredes interiores VAP grande

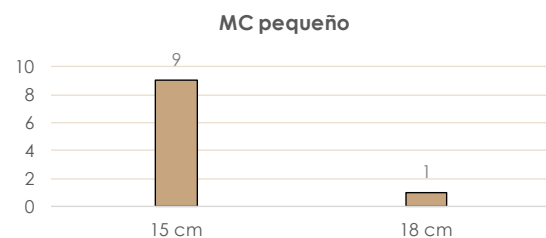


Fig 364. Valores de espesor de paredes interiores MC pequeño

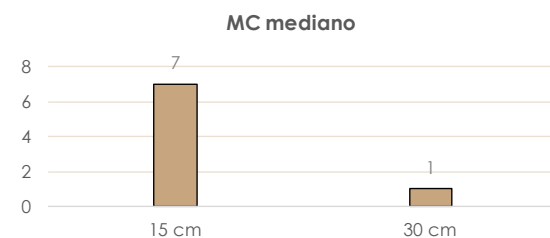


Fig 365. Valores de espesor de paredes interiores MC mediano

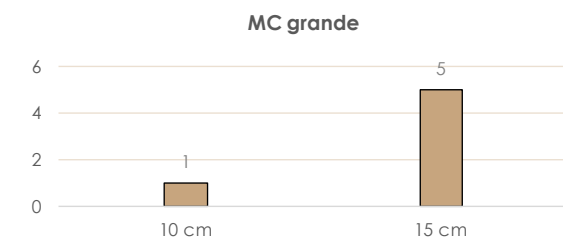


Fig 366. Valores de espesor de paredes interiores MC grande

A5. Variables Arquitectónicas

A5.1 Clasificación por el patrón de planta

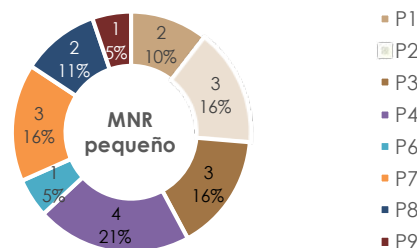


Fig 367. Porcentaje de patrones de planta en MNR pequeño

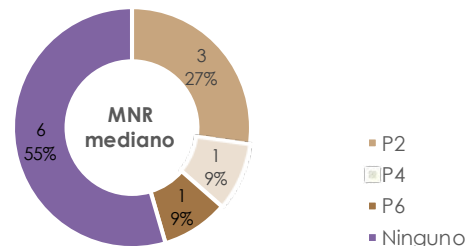


Fig 368. Porcentaje de patrones de planta en MNR mediano

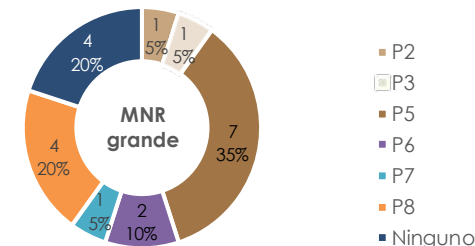


Fig 369. Porcentaje de patrones de planta en MNR grande

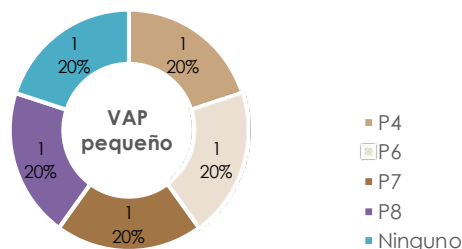


Fig 370. Porcentaje de patrones de planta en VAP pequeño

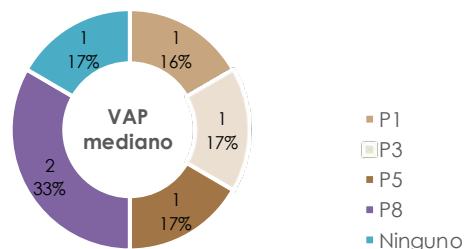


Fig 371. Porcentaje de patrones de planta en VAP mediano

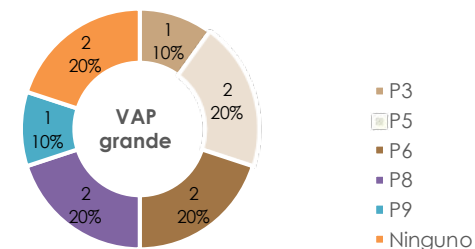


Fig 372. Porcentaje de patrones de planta en VAP grande

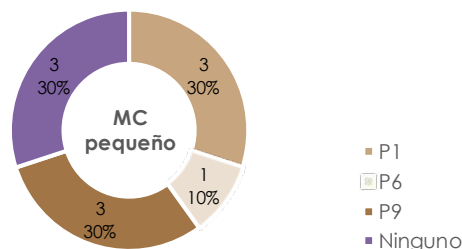


Fig 373. Porcentaje de patrones de planta en MC pequeño

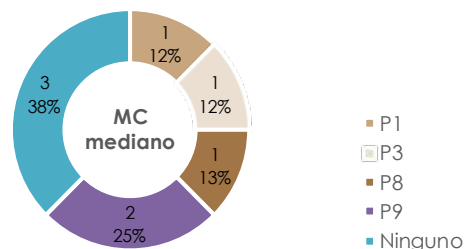


Fig 374. Porcentaje de patrones de planta en MC mediano

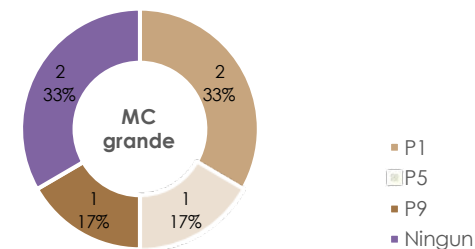


Fig 375. Porcentaje de patrones de planta en MC grande

A5.2 Accesos

MNR pequeño

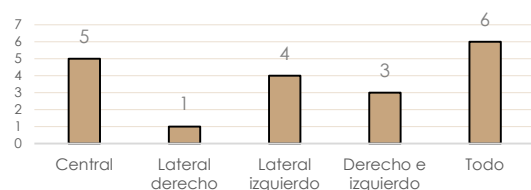


Fig 376. Ubicación de accesos en MNR pequeña.

MNR mediano

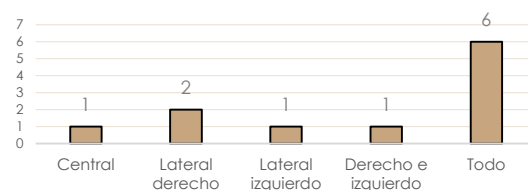


Fig 377. Ubicación de accesos en MNR mediana.

MNR grande

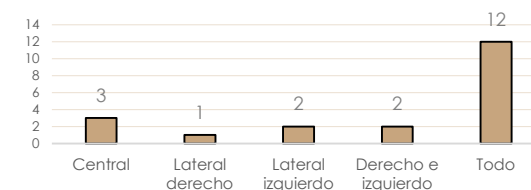


Fig 378. Ubicación de accesos en MNR grande.

VAP pequeño

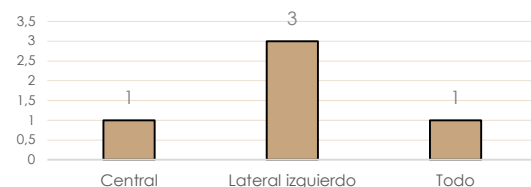


Fig 379.. Ubicación de accesos en VAP pequeña.

VAP mediano

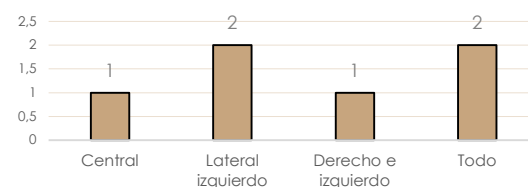


Fig 380. Ubicación de accesos en VAP mediana.

VAP grande

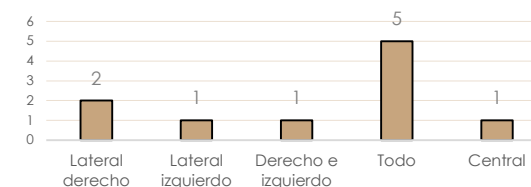


Fig 381. Ubicación de accesos en VAP grande.

MC pequeño

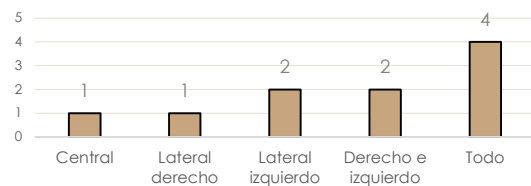


Fig 382.. Ubicación de accesos en MC pequeña.

MC mediano

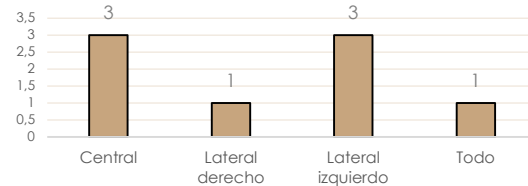


Fig 383. Ubicación de accesos en MC mediana.

MC grande

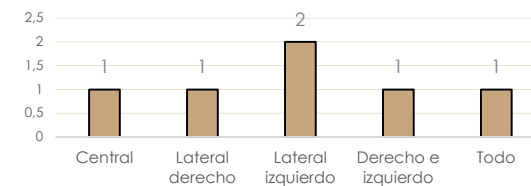


Fig 384. Ubicación de accesos en MC grande.

A5.3 Escaleras

MNR pequeño

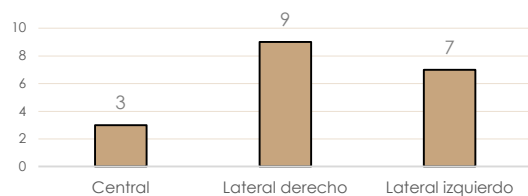


Fig 385. Ubicación de escaleras en MNR pequeña.

MNR mediano

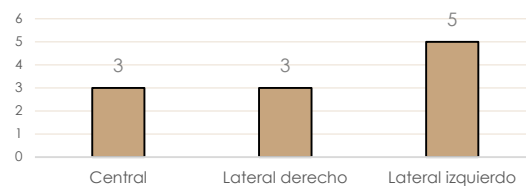


Fig 386. Ubicación de escaleras en MNR mediana.

MNR grande

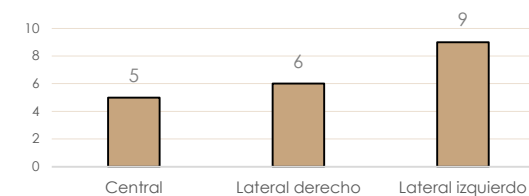


Fig 387. Ubicación de escaleras en MNR grande.

VAP pequeño

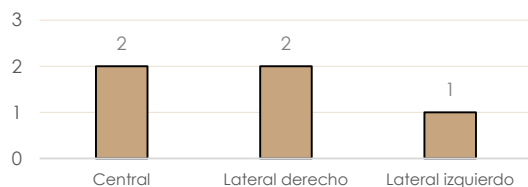


Fig 388. Ubicación de escaleras en VAP pequeña.

VAP mediano

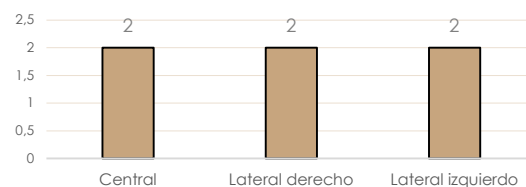


Fig 389. Ubicación de escaleras en VAP mediana.

VAP grande

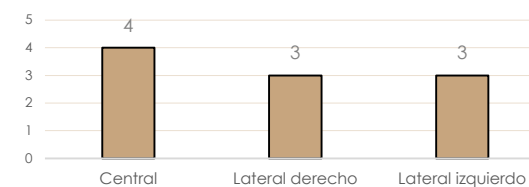


Fig 390. Ubicación de escaleras en VAP grande.

MC pequeño

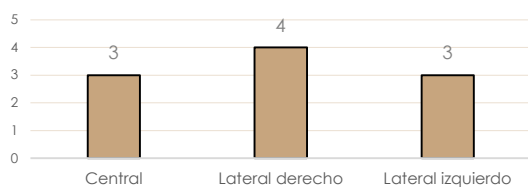


Fig 391. Ubicación de escaleras en MC pequeña.

MC mediano

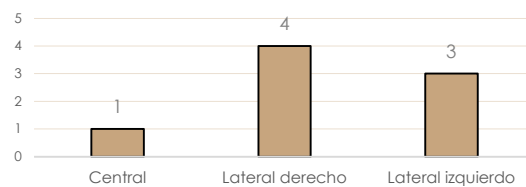


Fig 392. Ubicación de escaleras en MC mediana.

MC grande

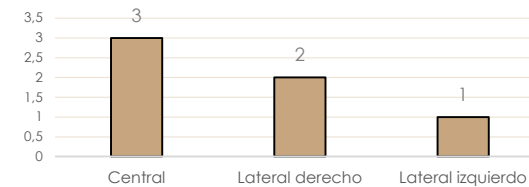


Fig 393. Ubicación de escaleras en MC grande.

A5.4 Patios

MNR pequeño

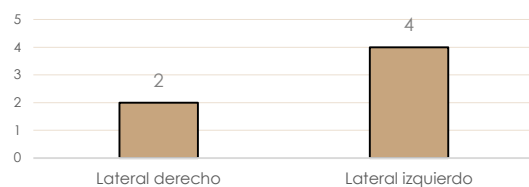


Fig 394. Ubicación de escaleras en MNR pequeña.

MNR mediano

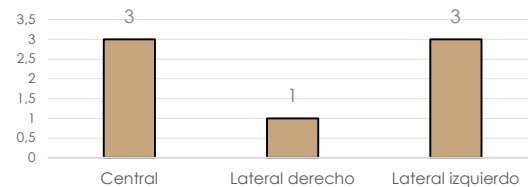


Fig 395. Ubicación de escaleras en MNR mediana.

MNR grande



Fig 396. Ubicación de escaleras en MNR grande.

VAP pequeño

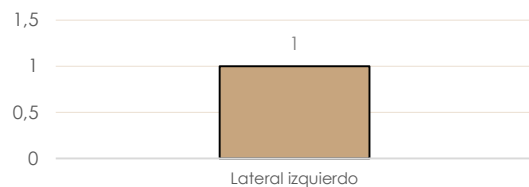


Fig 397. Ubicación de escaleras en VAP pequeña.

VAP mediano

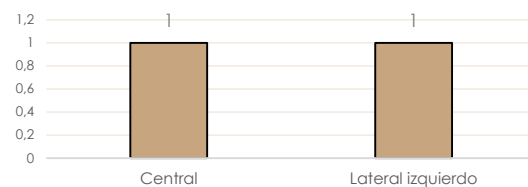


Fig 398. Ubicación de escaleras en VAP mediana.

VAP grande

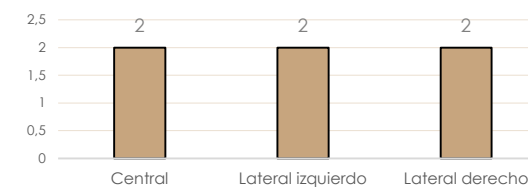


Fig 399. Ubicación de escaleras en VAP grande.

MC pequeño

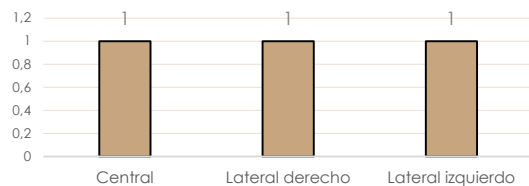


Fig 400. Ubicación de escaleras en MC pequeña.

MC mediano

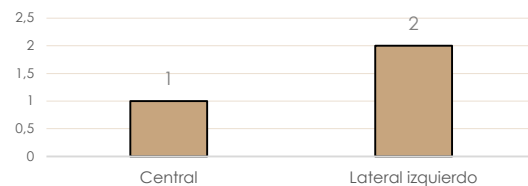


Fig 401. Ubicación de escaleras en MC mediana.

MC grande

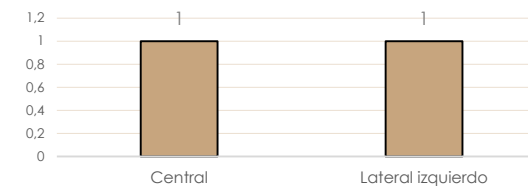


Fig 402. Ubicación de escaleras en MC grande.

A5.5 Crujías

MNR pequeño

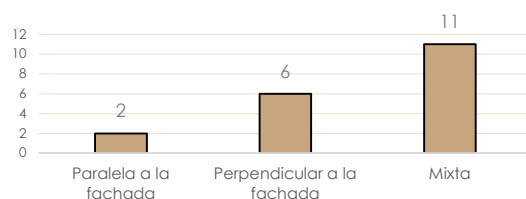


Fig 403. Ubicación de crujías en MNR pequeña.

MNR mediano



Fig 404. Ubicación de crujías en MNR mediana.

MNR grande

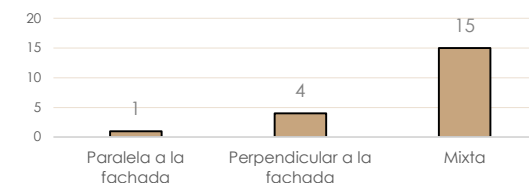


Fig 405. Ubicación de crujías en MNR grande.

VAP pequeño

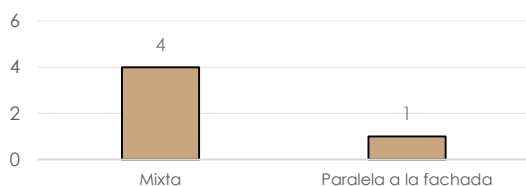


Fig 406. Ubicación de crujías en VAP pequeña.

VAP mediano

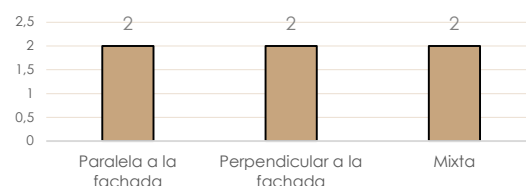


Fig 407. Ubicación de crujías en VAP mediana.

VAP grande

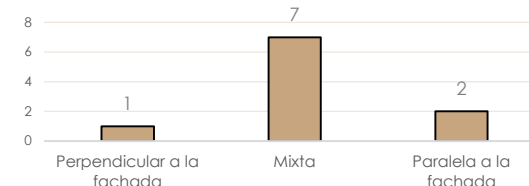


Fig 408. Ubicación de crujías en VAP grande.

MC pequeño

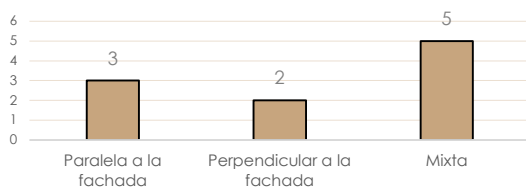


Fig 409. Ubicación de crujías en MC pequeña.

MC mediano

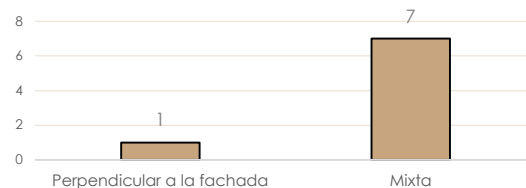


Fig 410. Ubicación de crujías en MC mediana.

MC grande

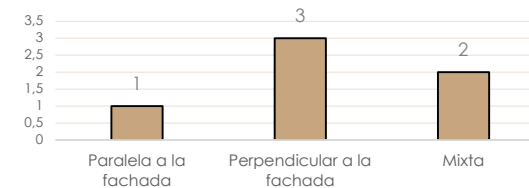


Fig 411. Ubicación de crujías en MC grande.

A5.6 Patrón de aberturas en fachada

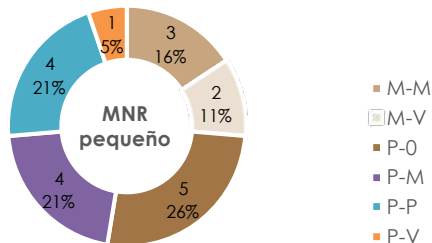


Fig 412. Patrón de aberturas para MNR pequeño

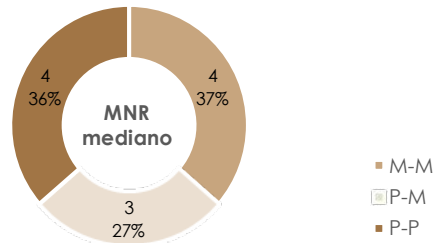


Fig 413. Patrón de aberturas para MNR mediano

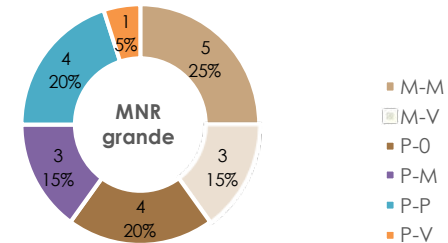


Fig 414. Patrón de aberturas para MNR grande

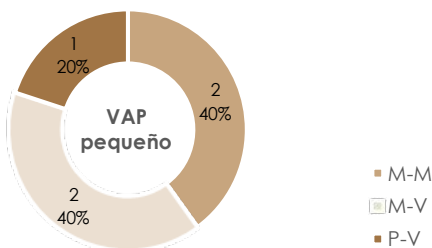


Fig 415. Patrón de aberturas para VAP pequeño

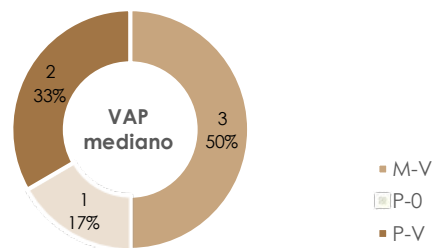


Fig 416. Patrón de aberturas para VAP mediano

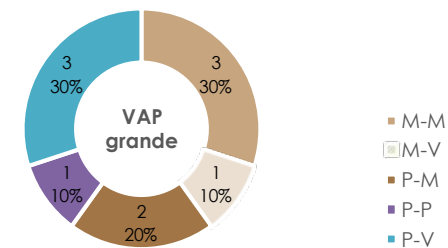


Fig 417. Patrón de aberturas para MC grande

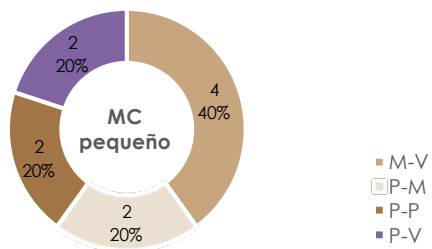


Fig 418. Patrón de aberturas para MC pequeño

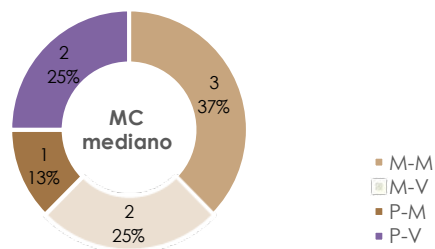


Fig 419. Patrón de aberturas para MC mediano

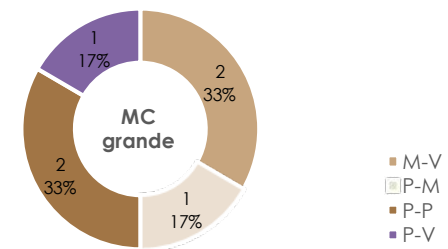


Fig 420. Patrón de aberturas para MC grande

A6. Variables Mecánicas

A6.1 Material de piso (entrepiso)

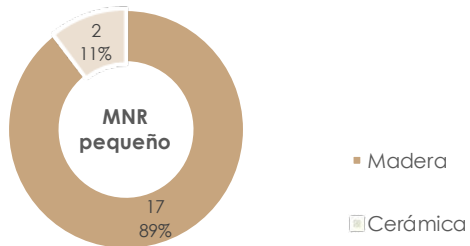


Fig 421. Porcentaje de material de piso en MNR pequeño

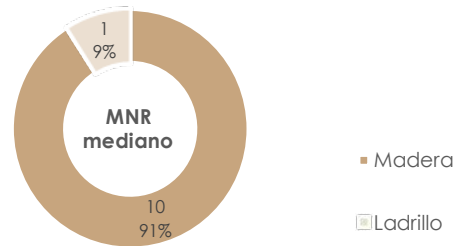


Fig 422. Porcentaje de material de piso en MNR mediano

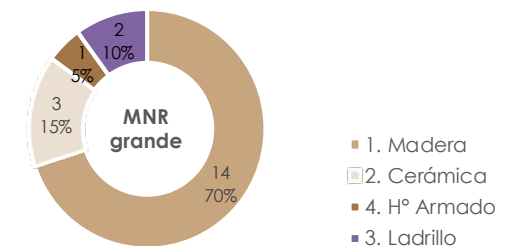


Fig 423. Porcentaje de material de piso en MNR grande

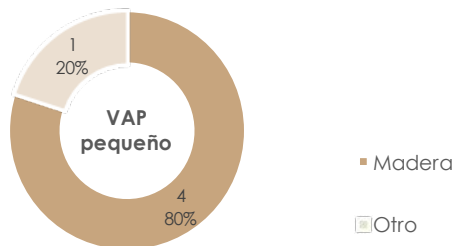


Fig 424. Porcentaje de material de piso en VAP pequeño

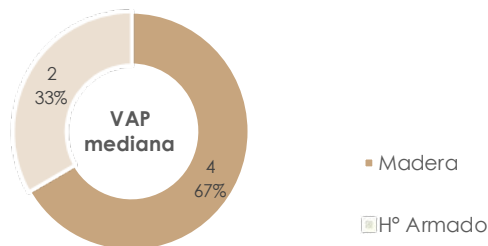


Fig 425. Porcentaje de material de piso en VAP mediano

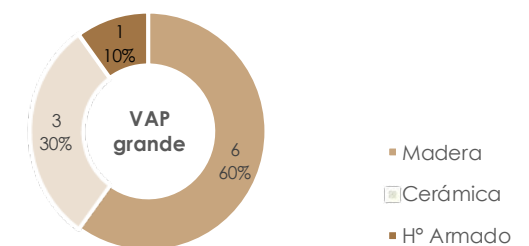


Fig 426. Porcentaje de material de piso en VAP grande

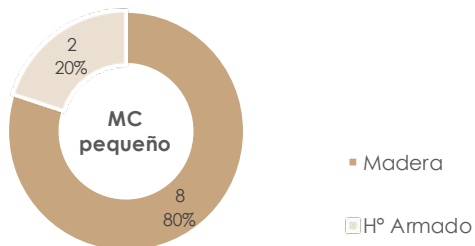


Fig 427. Porcentaje de material de piso en MC pequeño

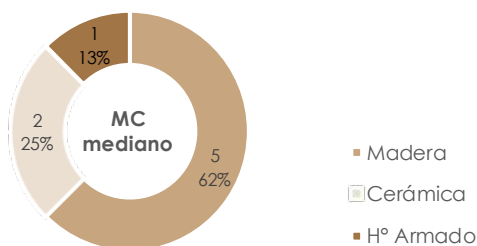


Fig 428. Porcentaje de material de piso en MC mediano

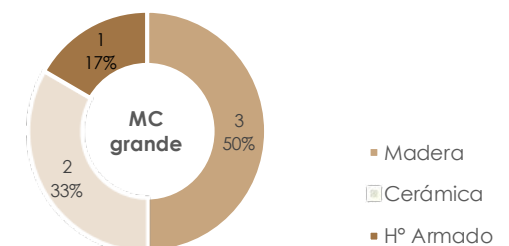


Fig 429. Porcentaje de material de piso en MC grande

A7. Ficha de Caracterización

A7.1 Mampostería No Reforzada

01

INFORMACIÓN GENERAL

FICHA TÉCNICA DE CARACTERIZACIÓN

ID:

REALIZADO POR:

Grupo de Tesis

FECHA:

09 / 04 / 2019

CLAVE CATASTRAL:

0203017017000

DIRECCIÓN:

Honorato Vásquez y Presidente Borrero

AÑO DE EDIFICACIÓN:

1930

AÑO DE INTERVENCIÓN:

2013

DETALLES DE USO:

VIVIENDA

COMERCIO

MIXTO

NÚMERO DE PLANTAS:

2pisos

ÁREA EN PLANTA BAJA:

324,55m

ÁREA EN PLANTA ALTA:

324,55m

ÁREA EN BUHARDILLA:

28,7m

ÁREA TOTAL:

677,80m

ÁREA INTERVENIDA:

324,55m

CLASE DE INTERVENCIÓN:

INTERVENCIÓN MAYOR

INTERVENCIÓN MENOR

TIPO DE INTERVENCIÓN:

1. Demolición

2. Readecuación

3. Rehabilitación arquitectónica

4. Conservación

5. Consolidación

6. Ampliación

7. Restauración

8. Rehabilitación

9. Nueva edificación

10. Intervención predial

11. Reconstrucción

12. Obras Emergentes

13. Restirución

14. Reubicación

15. Sin información

RAZÓN DE LA INTERVENCIÓN:

Como se cambió el uso de mixto a comercial, se eliminaron paredes y se ampliaron y readecuaron espacios.

CATEGORIZACIÓN DE LAS EDIFICACIONES:

1. Valor Emergente

2. Valor Ambiental

7. Sin registro

3. Valor arquitectónico A

4. Valor arquitectónico B

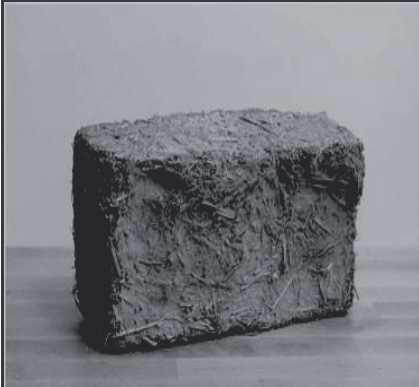
5. Sin valor especial

6. Valor Negativo

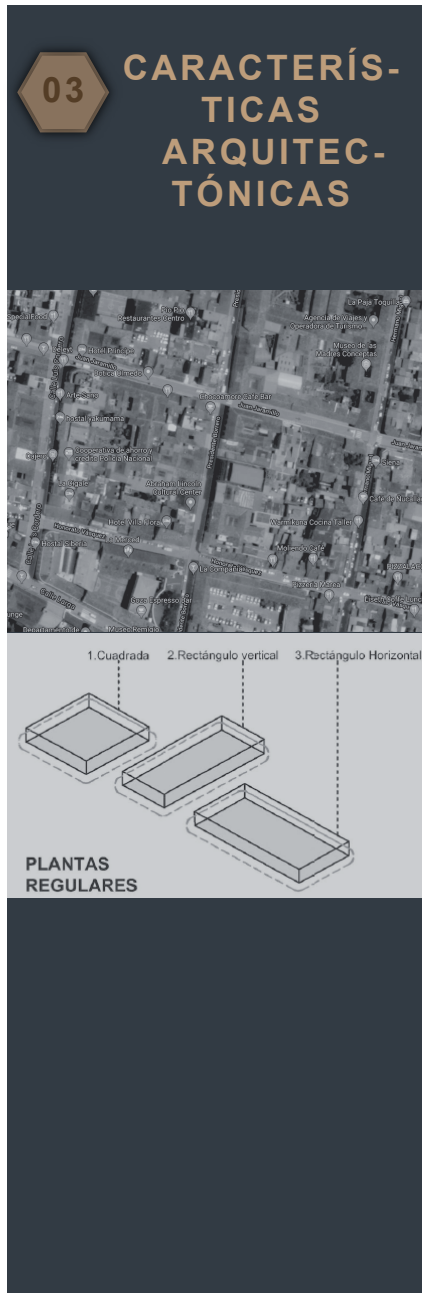
OBSERVACIONES:

02

CARACTERÍSTICAS TIPOLOGICAS



ESTILO ARQUITECTÓNICO:	COLONIAL (<1830)	<input type="checkbox"/>	REPUBLICANA (1830<x>1960)	<input checked="" type="checkbox"/>	MODERNA (>1960)	<input type="checkbox"/>	
ESTILO DE CONSTRUCCIÓN:	1. Vernáculo 2. Barroco	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	3. Renacentista 4. Rococó	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	5. Neoclásico 6. Otro	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
TIPOLOGÍA:	MAMPOSTERÍA NO REFORZADA	<input checked="" type="checkbox"/>	CON VIGAS DE ATADO	<input type="checkbox"/>	MARCO CONFINADO	<input type="checkbox"/>	
TAMAÑO:	Pequeño	<input type="checkbox"/>	Mediano	<input type="checkbox"/>	Grande	<input checked="" type="checkbox"/>	
UNIDAD DE MAMPOSTERÍA_ RÍA_ EXT: PLANTA BAJA	1. Adobe 2. Ladrillo 3. Otro	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	UNIDAD DE MAMPOSTERÍA_ RÍA_ EXT: PLANTA BAJA	1. Adobe 2. Ladrillo 3. Bahareque 4. Bloque 5. otro	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
UNIDAD DE MAMPOSTERÍA_ RÍA_ INT: PLANTA BAJA	1. Adobe 2. Ladrillo 3. Otro	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	UNIDAD DE MAMPOSTERÍA_ RÍA_ INT: PLANTA BAJA	1. Adobe 2. Ladrillo 3. Bahareque 4. Bloque 5. otro	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
TIPO DE ENLUCIDO:	Espongeado						
ESPESOR_ EXT P.B	80 cm	ESPESOR_ EXT P.A	80 cm	ESPESOR_ INT P.B	15 cm	ESPESOR_ INT P.A	20 cm
DENSIDAD HORIZONTAL	0.094	DENSIDAD VERTICAL	0.151				
UNIDAD DE MAMPOSTERÍA:	ANCHO:	20 cm	LONGITUD:	40 cm	ESPESOR:	15 cm	
MATERIALIDAD DE VIGAS:	1. H° A° 2. Acero	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	VIGA (ACERO) TIPO DE PERFIL	<input type="text"/>			
MEDIDAS DE VIGA:	ANCHO:	<input type="text"/>	PERALTE:	<input type="text"/>	ESPESOR (ACERO)	<input type="text"/>	
MATERIALIDAD DE COLUMNAS:	1. H° A° 2. Acero	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	COLUMNA (ACERO) TIPO DE PERFIL	<input type="text"/>			
MEDIDA DE COLUMNAS:	ANCHO:	<input type="text"/>	PERALTE:	<input type="text"/>	ESPESOR (ACERO)	<input type="text"/>	



CARACTERÍSTICAS FORMA BÁSICAS:

FORMA DE PLANTAS: Rectángulo horizontal ☐ Rectángulo Vertical ☒ Cuadrada ☐ Otro ☐

CLASIFICACIÓN POR LA FORMA: 1. Regular ☒ 2. Irregular ☐ CLASIFICACIÓN POR LA FORMA DE PAREDES: 1. Regular ☐ 2. Sin irregularidad ☒

FORMA DE LAS PLANTAS: Forma en L ☐ Forma en C ☐ Trapezoidal ☐ Otro ☐

RELACIÓN: Frente L1 (m) Fondo L2 (m) Relación de Aspecto (L1/L2)

ALTURAS: Altura Planta Baja (m) Altura Planta Alta(m)

TIPO DE CASA:

RELATIVO A LA MANZANA: 1. En banda ☒ 2. En chaflán ☐

RELATIVO A LA PARCELA: 1. Adosada ☒ 2. Aislada ☐

ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS (ESPACIOS)

UBICACIÓN REF AL ACCESO PRINCIPAL: Central ☐ L.Derecho ☐ L.Izquierdo ☐ LD y LI ☐ Todo ☒

UBICACIÓN REF A LAS ESCALERAS: Central ☐ L.Derecho ☐ L.Izquierdo ☒

UBICACIÓN REF A LOS PATIOS: Central ☒ L.Derecho ☐ L.Izquierdo ☐

UBICACIÓN REF A LOS TRASPATIOS: Central ☐ L.Derecho ☐ L.Izquierdo ☐

UBICACIÓN REF A LAS CRUJÍAS: Paralela a la fachada ☐ Perpendicular a la fachada ☐ Mixta ☒

UBICACIÓN DE ZONAS DE USOS

COMERCIO EN PLANTA BAJA: Frontal ☐ Central ☐ Posterior ☐ Todo ☒

COMERCIO EN PLANTA ALTA: Frontal ☐ Central ☐ Posterior ☐ Todo ☒

03

CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS



UBICACIÓN DE ZONAS DE USOS

RESIDENCIAL
EN PLANTA BAJA

Frontal
Central
Posterior
Todo

☐
☐
☐
☐

RESIDENCIAL
EN PLANTA ALTA

Frontal
Central
Posterior
Todo

☐
☐
☐
☐

OFICINAS
EN PLANTA BAJA

Frontal
Central
Posterior
Todo

☐
☐
☐
☐

OFICINAS
EN PLANTA ALTA

Frontal
Central
Posterior
Todo

☐
☐
☐
☐

ALINEACIÓN Y CONTINUIDAD PAREDES HORIZONTALES

Nª Paredes
P. Baja

3

Alineación PB
Continuidad PB

3A
3C

Nª Paredes
P. Alta

4

Alineación PA
Continuidad PA

4A
4C

ALINEACIÓN Y CONTINUIDAD PAREDES VERTICALES

Nª Paredes
P. Baja

4

Alineación PB
Continuidad PB

4A
2C

Nª Paredes
P. Alta

4

Alineación PA
Continuidad PA

4A
2C

ABERTURAS EN FACHADA FRONTAL

Código
Abertura

3P-VPV

Patrón de
Abertura

P-M

% Total de Fachada
Llenos y huecos

26,61%

Código
Alineación

3

ABERTURAS DE PUERTAS: Nª Puertas totales
en P. Baja

11

Nª Puertas totales
en P. Alta

9

ABERTURAS DE PUERTAS
EN FACHADA FRONTAL

Nª Puertas
en P. Baja

2
1

P1 ANCHO:

2.50

P1 ALTO:

3.00

P2 ANCHO:

1.50

P2 ALTO:

2.60

P3 ANCHO:

P3 ALTO:

Nª Puertas
en P. Alta

1

P1 ANCHO:

1.50

P1 ALTO:

2.75

P2 ANCHO:

P2 ALTO:

P3 ANCHO:

P3 ALTO:





03

CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS



ABERTURAS DE VENTANAS

Nª Ventanas totales en P. Baja

2

Nª Ventanas totales en P. Alta

5

ABERTURAS DE VENTANAS EN FACHADA FRONTAL

Nª Ventana en P. Baja

V1 ANCHO:

V2 ANCHO:

V3 ANCHO:

V1 ALTO:

V2 ALTO:

V3 ALTO:

Nª Ventanas en P. Alta

V1 ANCHO:

V2 ANCHO:

V3 ANCHO:

1.50

V1 ALTO:

V2 ALTO:

V3 ALTO:

1.85

ABERTURAS DE VANOS

Nª Vanos totales en P. Baja

3

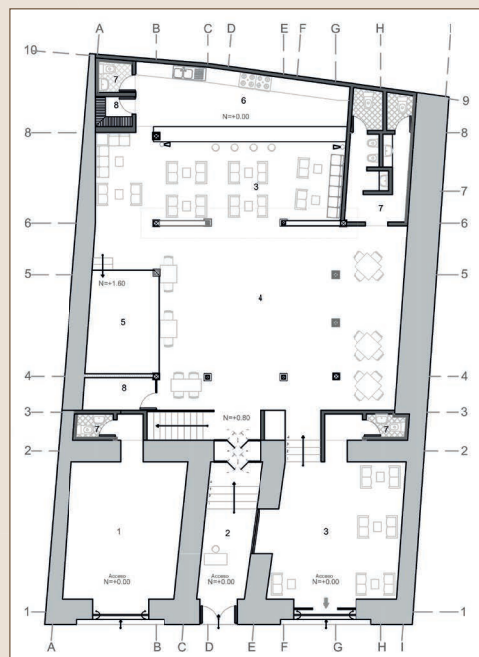
Nª Vanos totales en P. Alta

1

PATRÓN DE PLANTA

7

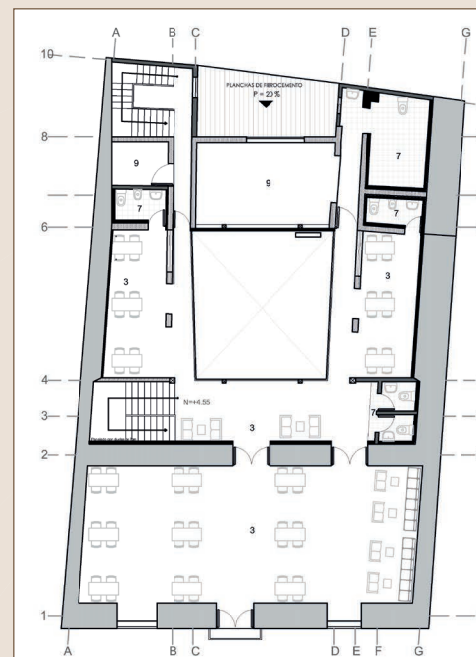
PLANTA BAJA



MATERIALIDAD DE PAREDES



PLANTA ALTA



LISTADO DE ESPACIOS:

1. Tienda 2. Recibidor 3. Sala 4. Pista de baile 5. Escenario desmontable
6. Bar 7. Baños 8. Ropero 9. Bodega

04

PISOS Y CUBIERTAS



PISOS

POR EL MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

PLANTA BAJA 1. Monolítico ☒
2. Por piezas ☐

PLANTA ALTA 1. Monolítico ☐
2. Por piezas ☒

POR EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

PLANTA BAJA 1. Madera ☐
2. Cerámica ☒
3. Ladrillo ☐
4. H° A° ☐

PLANTA ALTA 1. Madera ☒
2. Cerámica ☐
3. Ladrillo ☐
4. H° A° ☐

MATERIAL DE VIGAS 1. Madera ☒
2. H° A° ☐
3. Otro ☐

MEDIDA DE VIGAS: ANCHO:

PERALTE:

ELEMENTOS DE ARRIOSTRAMIENTO PLANTA BAJA:

ELEMENTOS DE ARRIOSTRAMIENTO PLANTA ALTA:

CUBIERTAS

POR LA TIPOLOGÍA: 1. Cubierta plana ☐
2. Cubierta inclinada ☒
3. Cubierta mixta ☐

POR EL MATERIAL: 1. Teja Artesanal ☒
2. Teja Industrial ☐
3. Asbesto cemento ☐
4. Losa ☐
5. Zinc ☐
6. Otro ☐

MATERIAL DE CERCHAS 1. Madera ☒
2. Metal ☐
3. Otro ☐

POR N° DE AGUAS 1. 1 ☐
2. 2 ☐
3. 3 ☐
4. 4 ☐
5. 5 ☒
6. 6 o más ☐

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Protección de ventanas ☐

Galerías ☐

Gradas exteriores ☐

Balcones ☒

Cornisas ☒



A7.2 Vigas de Atado Perimetral



FICHA TÉCNICA DE CARACTERIZACIÓN

ID:

REALIZADO POR:

Grupo de Tesis

FECHA:

09 / 04 / 2019

CLAVE CATASTRAL:

0203027024000

DIRECCIÓN:

Jesús Arteaga y Alfonso Malo.

AÑO DE EDIFICACIÓN:

2005

AÑO DE INTERVENCIÓN: 2014

DETALLES DE USO:

VIVIENDA

COMERCIO

MIXTO

NÚMERO DE PLANTAS:

2pisos

ÁREA EN PLANTA BAJA:

67.33 m

ÁREA EN PLANTA ALTA:

67.33 m

ÁREA EN BUHARDILLA:

ÁREA TOTAL:

130.66m

ÁREA INTERVENIDA:

67.33 m

CLASE DE INTERVENCIÓN:

INTERVENCIÓN MAYOR

INTERVENCIÓN MENOR

TIPO DE INTERVENCIÓN:

1. Demolición
2. Readecuación
3. Rehabilitación arquitectónica
4. Conservación
5. Consolidación

6. Ampliación
7. Restauración
8. Rehabilitación
9. Nueva edificación predial
10. Intervención

11. Reconstrucción
12. Obras Emergentes
13. Restirución
14. Reubicación
15. Sin información

RAZÓN DE LA INTERVENCIÓN:

Ya que la casa se encontraba abandonada y en mal estado, se construyó una nueva edificación.

CATEGORIZACIÓN DE LAS EDIFICACIONES:

1. Valor Emergente
2. Valor Ambiental
7. Sin registro

3. Valor arquitectónico A
4. Valor arquitectónico B

5. Sin valor especial
6. Valor Negativo

OBSERVACIONES:

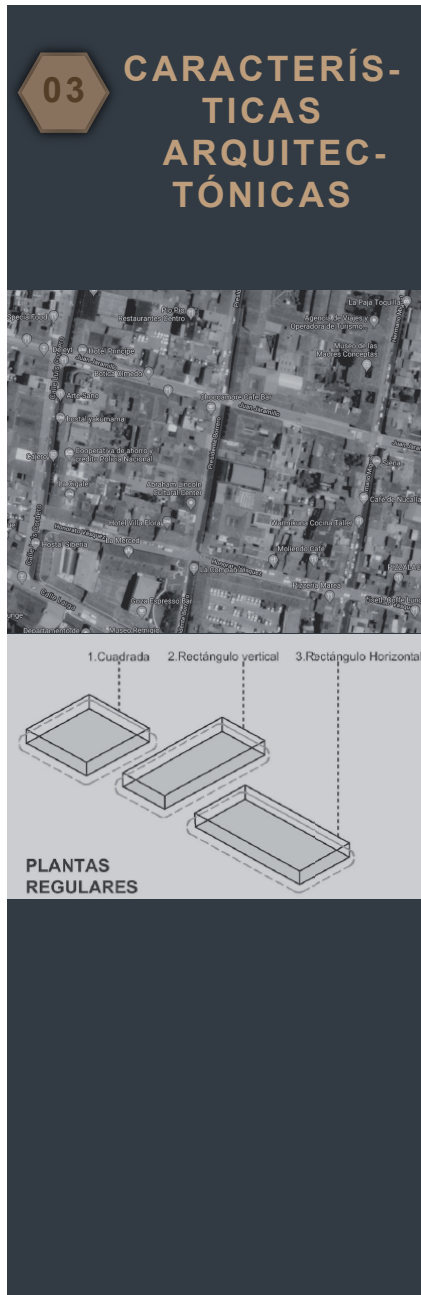
02

CARACTERÍSTICAS TIPOLOGICAS



ESTILO ARQUITECTÓNICO:	COLONIAL (<1830) <input type="checkbox"/>	REPUBLICANA (1830<x>1960) <input type="checkbox"/>	MODERNA (>1960) <input checked="" type="checkbox"/>
ESTILO DE CONSTRUCCIÓN:	1. Vernáculo <input type="checkbox"/> 2. Barroco <input type="checkbox"/>	3. Renacentista <input type="checkbox"/> 4. Rococó <input type="checkbox"/>	5. Neoclásico <input type="checkbox"/> 6. Otro <input checked="" type="checkbox"/>
TIPOLOGÍA:	MAMPOSTERÍA NO REFORZADA <input type="checkbox"/>	CON VIGAS DE ATADO <input checked="" type="checkbox"/>	MARCO CONFINADO <input type="checkbox"/>
TAMAÑO:	Pequeño <input checked="" type="checkbox"/>	Mediano <input type="checkbox"/>	Grande <input type="checkbox"/>
UNIDAD DE MAMPOSTERÍA_ EXT: PLANTA BAJA	1. Adobe <input type="checkbox"/> 2. Ladrillo <input checked="" type="checkbox"/> 3. Otro <input type="checkbox"/>	UNIDAD DE MAMPOSTERÍA_ EXT: PLANTA BAJA	1. Adobe <input type="checkbox"/> 2. Ladrillo <input checked="" type="checkbox"/> 3. Bahareque <input type="checkbox"/> 4. Bloque <input type="checkbox"/> 5. otro <input type="checkbox"/>
UNIDAD DE MAMPOSTERÍA_ INT: PLANTA BAJA	1. Adobe <input type="checkbox"/> 2. Ladrillo <input checked="" type="checkbox"/> 3. Otro <input type="checkbox"/>	UNIDAD DE MAMPOSTERÍA_ INT: PLANTA BAJA	1. Adobe <input type="checkbox"/> 2. Ladrillo <input checked="" type="checkbox"/> 3. Bahareque <input type="checkbox"/> 4. Bloque <input type="checkbox"/> 5. otro <input type="checkbox"/>
TIPO DE ENLUCIDO:	<input type="text" value="Mortero 1:4"/>		
ESPEJOR_ EXT P.B	<input type="text" value="15 cm"/>	ESPEJOR_ EXT P.A	<input type="text" value="15 cm"/>
		ESPEJOR_ INT P.B	<input type="text" value="15 cm"/>
		ESPEJOR_ INT P.A	<input type="text" value="15 cm"/>
DENSIDAD HORIZONTAL	<input type="text" value="0.059"/>	DENSIDAD VERTICAL	<input type="text" value="0.077"/>
UNIDAD DE MAMPOSTERÍA:	ANCHO: <input type="text" value="15 cm"/>	LONGITUD: <input type="text" value="26 cm"/>	ESPEJOR: <input type="text" value="9 cm"/>
MATERIALIDAD DE VIGAS:	1. H° A° <input checked="" type="checkbox"/> 2. Acero <input type="checkbox"/>	VIGA (ACERO) TIPO DE PERFIL <input type="text"/>	
MEDIDAS DE VIGA:	ANCHO: <input type="text" value="20 cm"/>	PERALTE: <input type="text" value="25 cm"/>	ESPEJOR (ACERO) <input type="text"/>
MATERIALIDAD DE COLUMNAS:	1. H° A° <input type="checkbox"/> 2. Acero <input type="checkbox"/>	COLUMNA (ACERO) TIPO DE PERFIL <input type="text"/>	
MEDIDA DE COLUMNAS:	ANCHO: <input type="text"/>	PERALTE: <input type="text"/>	ESPEJOR (ACERO) <input type="text"/>





CARACTERÍSTICAS FORMA BÁSICAS:

FORMA DE PLANTAS: Rectángulo horizontal ☐ Rectángulo Vertical ☒ Cuadrada ☐ Otro ☐

CLASIFICACIÓN POR LA FORMA: 1. Regular ☒ 2. Irregular ☐ CLASIFICACIÓN POR LA FORMA DE PAREDES: 1. Regular ☐ 2. Sin irregularidad ☒

FORMA DE LAS PLANTAS: Forma en L ☐ Forma en C ☐ Trapezoidal ☐ Otro ☐

RELACIÓN: Frente L1 (m) Fondo L2 (m) Relación de Aspecto (L1/L2)

ALTURAS: Altura Planta Baja (m) Altura Planta Alta(m)

TIPO DE CASA:

RELATIVO A LA MANZANA: 1. En banda ☐ 2. En chaflán ☐ RELATIVO A LA PARCELA: 1. Adosada ☒ 2. Aislada ☐

ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS (ESPACIOS)

UBICACIÓN REF AL ACCESO PRINCIPAL: Central ☒ L.Derecho ☐ L.Izquierdo ☐ LD y LI ☐ Todo ☐ UBICACIÓN REF A LAS ESCALERAS: Central ☐ L.Derecho ☒ L.Izquierdo ☐

UBICACIÓN REF A LOS PATIOS: Central ☐ L.Derecho ☐ L.Izquierdo ☒ UBICACIÓN REF A LOS TRASPATIOS: Central ☐ L.Derecho ☐ L.Izquierdo ☐

UBICACIÓN REF A LAS CRUJÍAS: Paralela a la fachada ☐ Perpendicular a la fachada ☐ Mixta ☒

UBICACIÓN DE ZONAS DE USOS

COMERCIO EN PLANTA BAJA: Frontal ☐ Central ☐ Posterior ☐ Todo ☐ COMERCIO EN PLANTA ALTA: Frontal ☐ Central ☐ Posterior ☐ Todo ☐

03

CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS



UBICACIÓN DE ZONAS DE USOS

RESIDENCIAL
EN PLANTA BAJA

Frontal
Central
Posterior
Todo

☐
☐
☐
☒

RESIDENCIAL
EN PLANTA ALTA

Frontal
Central
Posterior
Todo

☐
☐
☐
☒

OFICINAS
EN PLANTA BAJA

Frontal
Central
Posterior
Todo

☐
☐
☐
☐

OFICINAS
EN PLANTA ALTA

Frontal
Central
Posterior
Todo

☐
☐
☐
☐

ALINEACIÓN Y CONTINUIDAD PAREDES HORIZONTALES

Nº Paredes
P. Baja

4

Alineación PB
Continuidad PB

4A

3C

Nº Paredes
P. Alta

4

Alineación PA
Continuidad PA

4A

4C

ALINEACIÓN Y CONTINUIDAD PAREDES VERTICALES

Nº Paredes
P. Baja

3

Alineación PB
Continuidad PB

2A

3C

Nº Paredes
P. Alta

3

Alineación PA
Continuidad PA

2A

3C

ABERTURAS EN FACHADA FRONTAL

Código
Abertura

VPV-VPV

Patrón de
Abertura

M-M

% Total de Fachada
Llenos y huecos

35.25%

Código
Alineación

3

ABERTURAS DE PUERTAS: Nº Puertas totales
en P. Baja

4

Nº Puertas totales
en P. Alta

5

ABERTURAS DE PUERTAS
EN FACHADA FRONTAL

Nº Puertas
en P. Baja

1

P1 ANCHO:

1.20

P1 ALTO:

2.20

P2 ANCHO:

P2 ALTO:

P3 ANCHO:

P3 ALTO:

Nº Puertas
en P. Alta

1

P1 ANCHO:

0.90

P1 ALTO:

2.20

P2 ANCHO:

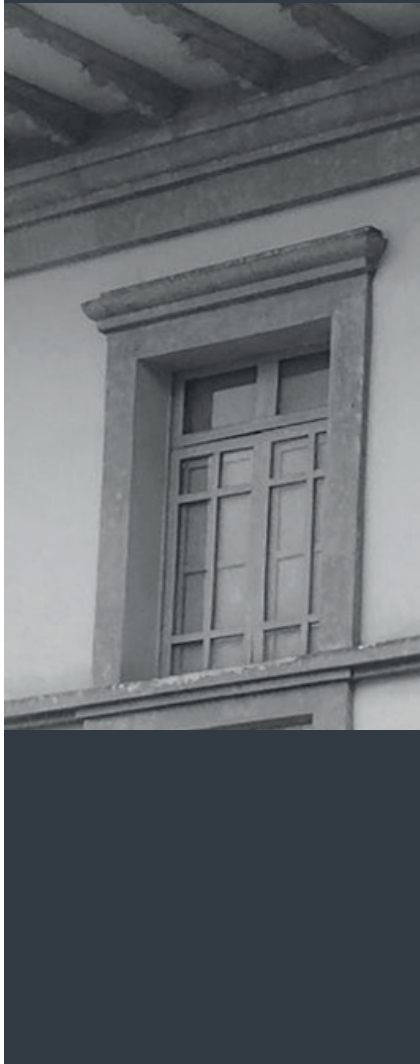
P2 ALTO:

P3 ANCHO:

P3 ALTO:

03

CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS



ABERTURAS DE VENTANAS

Nª Ventanas totales en P. Baja

4

Nª Ventanas totales en P. Alta

4

ABERTURAS DE VENTANAS EN FACHADA FRONTAL

Nª Ventana en P. Baja

1

V1 ANCHO:

1.20

V1 ALTO:

2.60

1

V2 ANCHO:

1.70

V2 ALTO:

2.60

V3 ANCHO:

V3 ALTO:

Nª Ventanas en P. Alta

1

V1 ANCHO:

1.20

V1 ALTO:

2.60

1

V2 ANCHO:

1.70

V2 ALTO:

2.60

V3 ANCHO:

V3 ALTO:

ABERTURAS DE VANOS

Nª Vanos totales en P. Baja

0

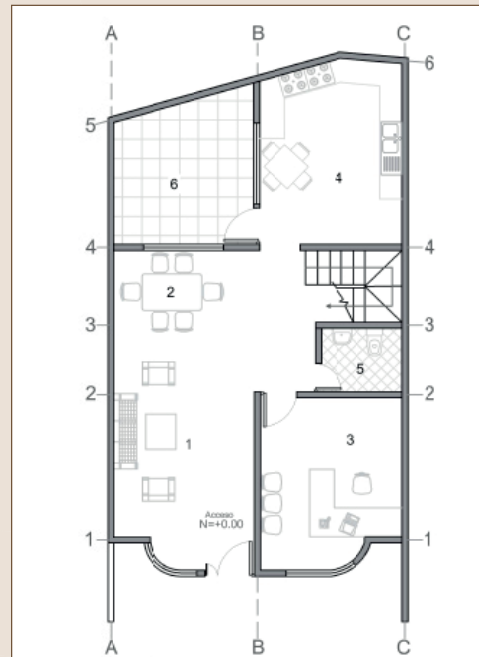
Nª Vanos totales en P. Alta

0

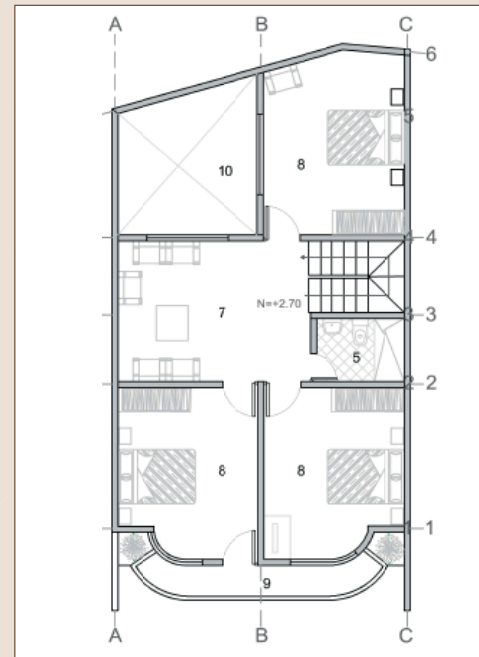
PATRÓN DE PLANTA

6

PLANTA BAJA



PLANTA ALTA



LISTADO DE ESPACIOS:

1. Sala 2. Comedor 3. Estudio 4. Cocina 5. Baño 6. Lavandería/ Patio
7. Estar 8. Dormitorios 9. Balcón 10. Pozo de iluminación

PISOS

POR EL MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

PLANTA BAJA 1. Monolítico ☒
2. Por piezas ☐

PLANTA ALTA 1. Monolítico ☐
2. Por piezas ☒

POR EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

PLANTA BAJA 1. Madera ☐
2. Cerámica ☒
3. Ladrillo ☐
4. H° A° ☐

PLANTA ALTA 1. Madera ☒
2. Cerámica ☐
3. Ladrillo ☐
4. H° A° ☐

MATERIAL DE VIGAS 1. Madera ☒
2. H° A° ☐
3. Otro ☐

MEDIDA DE VIGAS: ANCHO:

PERALTE:

ELEMENTOS DE ARRIOSTRAMIENTO PLANTA BAJA:

ELEMENTOS DE ARRIOSTRAMIENTO PLANTA ALTA:

CUBIERTAS

POR LA TIPOLOGÍA: 1. Cubierta plana ☐
2. Cubierta inclinada ☒
3. Cubierta mixta ☐

POR EL MATERIAL: 1. Teja Artesanal ☒
2. Teja Industrial ☐
3. Asbesto cemento ☐
4. Losa ☐
5. Zinc ☐
6. Otro ☐

MATERIAL DE CERCHAS 1. Madera ☐
2. Metal ☒
3. Otro ☐

POR N° DE AGUAS 1. 1 ☐
2. 2 ☐
3. 3 ☐
4. 4 ☒
5. 5 ☐
6. 6 o más ☐

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Protección de ventanas ☐
Gradas exteriores

Galerías
Balcones ☒

Cornisas

